



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ – ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ & ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Διπλωματική Εργασία

**Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός
Χώρου Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων**

Μπορμπόλης Απόστολος

Επιβλέπων
Πολύζος Σεραφείμ
Καθηγητής Π.Θ.

Βόλος, Ιούνιος 2018

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ	2
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΡΓΟ	3
1.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ	4
1.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΙΩΞΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	4
1.5 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	6
1.5 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	7
1.6 ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	7
1.7 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ	7
1.8 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ (MICROSOFT PROJECT 2000)	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	11
ΘΕΩΡΙΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	11
2.1 ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ	12
2.1.1 Το διάγραμμα Gantt	12
2.1.2 Η καμπύλη S (S Curve)	13
2.2 ΔΙΚΤΥΩΤΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ	15
2.2.1 Γενικά	15
2.2.2 Δικτυωτός προγραμματισμός PERT (ή δικτυωτή ανάλυση CPM)	15
2.2.3 Αλληλουχία εκτέλεσης και αλληλεξάρτηση των δραστηριοτήτων	17
2.2.4 Πλασματικές δραστηριότητες (Dummies activities)	17
2.2.5 Κανόνες σχεδιασμού δικτυωτών διαγραμμάτων	17
2.2.6 Κατάρτιση δικτυωτού διαγράμματος	17
2.2.7 Χρόνοι που εφαρμόζονται στο διάγραμμα	18
2.2.8 Έλεγχος της πορείας κατασκευής ενός έργου με τη βοήθεια του δικτυωτού	20
2.2.10 Άμεσο κόστος	20
2.2.11 Έμμεσο κόστος	20
2.3 ΚΑΤΑ ΚΟΜΒΟΥΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΑ ΔΙΚΤΥΩΤΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ (ΜΕΘΟΔΟΣ MPM)	20
2.3.1 Γενικά	21
2.3.2 Σχέσεις αλληλουχίας των δραστηριοτήτων	21
2.3.3 Κανόνες σχεδιασμού του γραφήματος MPM	22
2.3.4 Επίλυση του δικτυωτού γραφήματος MPM	22
2.3.5 Χρονικά περιθώρια ή ανοχές	23
2.3.6 Διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου MPM σε ένα έργο	24
2.3.7 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της MPM	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	26
ΤΕΧΝΙΚΟ ΈΡΓΟ: «ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΑΔΑ ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ “ΚΟΥΚΟΣ” ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΡΕΒΕΖΑΣ»	26
3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ	26
3.2 ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	27
3.3 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	27
3.3 ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ – ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	29
3.4 ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ – ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	30
3.5 ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ	33
3.6 ΕΙΔΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	41
3.7 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	41
3.8 ΤΡΟΠΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ	42
3.9 ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	42
3.10 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	46
3.10.1 Εισαγωγή	46
3.10.2 Άνεμοι	47
3.11 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	49

3.12	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	50
3.13	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ	51
3.14	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ – ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ	53
3.14.1	Περιοχή εντός της οποίας θα γίνει η διευθέτηση των υφιστάμενων αποθέσεων.....	53
3.14.2	Διαμόρφωση απορριμματοκού ανάγλυφου.....	53
3.14.3	Υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων	54
3.15	ΈΡΓΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ	57
3.15.1	Στρώση εξομάλυνσης.....	57
3.15.2	Στρώση επιφάνειας	59
3.15.3	Φυτεύσεις.....	60
3.16	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	61
3.16.1	Τυπικά ποιοτικά χαρακτηριστικά στραγγισμάτων.....	61
3.16.2	Ποσοτικά χαρακτηριστικά στραγγισμάτων.....	67
3.16.3	Προτεινόμενη διαχείριση στραγγισμάτων.....	76
3.16.4	Προτεινόμενο δίκτυο συλλογής στραγγισμάτων.....	77
3.17	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ.....	79
3.17.1	Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά βιοαερίου	79
3.17.2	Υπολογισμός παραγομένου βιοαερίου.....	83
3.17.3	Δίκτυο συλλογής βιοαερίου.....	90
3.17.4	Προτεινόμενη διαχείριση βιοαερίου στο ΧΑΔΑ Πρέβεζας	94
3.18	ΈΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ	101
3.18.1	Τεχνικές προδιαγραφές έργων κατασκευής τάφρων.....	104
3.19	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ	105
3.19.1	Περιμετρική περίφραξη χ.α.δ.α.....	105
3.19.2	Συρματοπλέγμα	106
3.19.3	Ύψος περίφραξης.....	106
3.19.4	Απόσταση μεταξύ των πασσάλων και πάκτωση αυτών	106
3.19.5	Πάσσαλοι	106
3.19.6	Πρόσδεση συρματοπλέγματος - ενίσχυση περίφραξης	106
3.20	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ	107
3.21	ΑΝΤΙΠΥΡΙΚΗ ΖΩΝΗ	107
3.22	ΠΥΛΗ ΕΙΣΟΔΟΥ	107
3.23	ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΗ ΠΙΝΑΚΙΔΑ	107
3.24	ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ – ΜΕΤΑΦΡΟΝΤΙΔΑ	108
3.24.1	Μεταφροντίδα.....	108
3.24.2	Περιβαλλοντικός έλεγχος (monitoring)	108
3.24.3	Έλεγχος υπογείων υδάτων.....	109
3.24.4	Παρακολούθηση της ποιότητας των επιφανειακών απορροών και υδάτων.....	109
3.24.5	Παρακολούθηση καθιζήσεων.....	109
3.25	ΈΡΓΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ	109
3.26	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ	111
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	117
ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	117
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	117
4.2	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	117
4.3	ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΟΥ	117
4.4	ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΕΣ ΕΡΓΟΥ.....	123
4.5	ΒΡΑΔΥΤΕΡΗ ΔΥΝΑΤΗ ΕΝΑΡΞΗ (AS LATE AS POSSIBLE Η ALAP).....	126
4.5.1	Χρονικός προγραμματισμός.....	126
4.5.2	Οικονομικός προγραμματισμός.....	130
4.5.3	Σύγκριση ενωρίτερης (ASAP) και βραδύτερης (ALAP) δυνατής έναρξης.....	132
4.6	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΟ.....	134
4.6.1	Προβλεπόμενες ποινικές ρήτρες	134
4.7	ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΩΝ	135
4.7.1	Καθυστέρηση έναρξης εκσκαφής σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες (κρίσιμη)	135

4.7.2 Καθυστέρηση έναρξης πύλης εισόδου - περιφράξης γηπέδου (μη κρίσιμη)	139
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	142
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	142
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	143
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	144

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1: Βαθμός επικινδυνότητας και κατηγορίες χ.α.δ.α. βάσει της εγκυκλίου α.π. οικ.109974/3106 / ΥΠΕΧΩΔΕ	27
Πίνακας 2: Συντεταγμένες ορίων χ.α.δ.α. στη θέση «κούκος» της τ.κ. Νικοπόλεως δ.ε. Πρέβεζας δήμου Πρέβεζας	30
Πίνακας 3: Εξέλιξη του εξυπηρετούμενου πληθυσμού από το χ.α.δ.α. ανά δεκαετία	31
Πίνακας 4: Ετήσια εξέλιξη του εξυπηρετούμενου πληθυσμού από τον χ.α.δ.α.	33
Πίνακας 5: Αποτιθέμενα οικιακά απορρίμματα στο Χ.Α.Δ.Α. ανά έτος.....	36
Πίνακας 6: Αποτιθέμενα αδρανή απόβλητα στο Χ.Α.Δ.Α. ανά έτος	38
Πίνακας 7: Αποτιθέμενα οικιακά απορρίμματα στο Χ.Α.Δ.Α. ανά έτος.....	39
Πίνακας 8: Αποτιθέμενα αδρανή απόβλητα στο Χ.Α.Δ.Α. ανά έτος	41
Πίνακας 9: Ενδεικτική Σύσταση αποβλήτων Νομού ΠΡΕΒΕΖΑΣ.....	42
Πίνακας 10. Μετεωρολογικοί παράμετροι Μ.Σ. ΑΚΤΙΟΥ (περίοδος 1971-1997)	49
Πίνακας 11. Πίνακας χρωματισμών για διευθέτηση απορριμματικού ανάγλυφου	54
Πίνακας 12. Πίνακας υλικών για τη διαμόρφωση των στρώσεων.....	60
Πίνακας 13. Τιμές ποιοτικής σύστασης στραγγισμάτων για παραμέτρους με διάφορες μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογενεσης	66
Πίνακας 14. Τιμές ποιοτικής σύστασης στραγγισμάτων για παραμέτρους χωρίς διάφορες μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογενεσης.....	66
Πίνακας 15. Υπολογισμός παραγομένης ποσότητας στραγγισμάτων βάσει των κλιματολογικών δεδομένων της άμεσης περιοχής του έργου	69
Πίνακας 16. Υπολογισμός παραγομένης ποσότητας στραγγισμάτων πριν και μετά την κατασκευή των έργων	71
Πίνακας 17. Ποσότητα παραγομένων στραγγισμάτων (% της βροχόπτωσης)	73
Πίνακας 18. Υπολογισμός παραγομένης ποσότητας στραγγισμάτων	74

Πίνακας 19. Υπολογισμός παραγομένης ποσότητας στραγγισμάτων (σε m ³) σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της εγκυκλίου 13	76
Πίνακας 20. Υπολογισμός συλλεγόμενης ποσότητας στραγγισμάτων	78
Πίνακας 21. Τυπική εκατοστιαία σύσταση βιοαερίου κατά τη διάρκεια των πρώτων σαρανταοκτω μηνών από την αποπεράτωση της ταφής	80
Πίνακας 22. Κυρία οργανικά και ανόργανα συστατικά βιοαερίου	81
Πίνακας 23. Ημίσεια ζωή αποδόμησης για διαφορά υλικά	83
Πίνακας 24. Παράμετροι Υπολογισμού Βιοαερίου Andreottola και Cossu (1988)	86
Πίνακας 25. Ρυθμός βιοαποδόμησης απορριμμάτων	86
Πίνακας 26. Εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου στο Χ.Α.Δ.Α.	89
Πίνακας 27. Διαφορές μεταξύ οριζόντιων και κάθετων φρεατίων συλλογής βιοαερίου	94
Πίνακας 28. Διαστασιολόγηση οριζοντίου δικτύου μεταφοράς βιοαερίου	99
Πίνακας 29. Υπολογισμός παροχευτικότητας τάφρου	103
Πίνακας 30. Προδιαγραφές προγράμματος περιβαλλοντικής παρακολούθησης για την παρακολούθηση των μετεωρολογικών στοιχείων	109
Πίνακας 31. Συχνότητα ελέγχου της ποιότητας και της ποσότητας των υπόγειων υδάτων	109
Πίνακας 32: Προϋπολογισμός Έργου	116
Πίνακας 33:Χρηματορροές εξόδων - εσόδων έργου	124
Πίνακας 34: Χρηματορροές εξόδων - εσόδων έργου ALAP	130
Πίνακας 35: Μηνιαία έξοδα για ενωρίτερη και βραδύτερη έναρξη	133
Πίνακας 36 Χρηματορροές εξόδων μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 4.....	137
Πίνακας 37 Χρηματορροές εξόδων μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 22.....	139

Περιεχόμενα Σχημάτων

Σχήμα 1: Διάγραμμα Gantt με χρήση του λογισμικού Microsoft Office Project.....	12
Σχήμα2 : Διασυνδεδεμένο διάγραμμα Gantt	13
Σχήμα 3: Προγραμματισμένη καμπύλη S (μπλε χρώμα) και μετατοπισμένη λόγω χρονικής καθυστέρησης	14
Σχήμα 4: Μετατόπιση μετά από καθυστέρηση σε κρίσιμη διαδρομή.....	14

Σχήμα 5: Μετατόπιση μετά από καθυστέρηση σε μη κρίσιμη διαδρομή	15
Σχήμα 6: Παράσταση δραστηριότητας στη μέθοδο PERT.....	16
Σχήμα 7: Κόμβοι στα διαγράμματα MPM	21
Σχήμα 8: Ετήσια μεταβολή εξυπηρετούμενου πληθυσμού από το χ.α.δ.α. από το έτος 1965 έως και το έτος 2009.....	33
Σχήμα 9: Ενδεικτική σύσταση αστικών στέρεων αποβλήτων νομού ΠΡΕΒΕΖΑΣ	42
Σχήμα 10: Οι τρεις κατηγορίες (I, II, III) ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας στις οποίες χωρίσθηκε ο Ελληνικός χώρος σύμφωνα με το νέο χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας.....	46
Σχήμα 11: Ομβροθερμικό διάγραμμα μ.ς. Πρέβεζας.....	47
Σχήμα 12: Τομή στρώσεων τελικής κάλυψης.....	61
Σχήμα 13. ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ στραγγισμάτων	72
Σχήμα 14. ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ στραγγισμάτων	72
Σχήμα 15. σύγκριση ποσοτήτων παραγομένων στραγγισμάτων	75
Σχήμα 16: Ετήσια Παραγωγή Βιοαερίου	90
Σχήμα 17: Τρόπος εργασίας για τη χωροθέτηση των φρεατίων απαερίωσης	91
Σχήμα 18: Λίστα δραστηριοτήτων με διάρκεια, χρόνους έναρξης και πέρατος και σχέση αλληλουχία και διάγραμμα Gant	120
Σχήμα 19: Ενωρίτερη έναρξη, ενωρίτερο πέρας, βραδύτερη έναρξη, βραδύτερο πέρας, ολικό χρονικό περιθώριο και ελεύθερο χρονικό περιθώριο	121
Σχήμα 20: Κρίσιμες δραστηριότητες του έργου (κόκκινο χρώμα) και ημερομηνίες αρχής και πέρατος δραστηριοτήτων.	122
Σχήμα 21: Ολικό χρονικό περιθώριο και διάγραμμα Gantt	123
Σχήμα 22: Σύγκριση Καμπυλών Εσόδων – Εξόδων ανά μήνα	124
Σχήμα 23: Καμπύλη Σ Έργου ανά μήνα	125
Σχήμα 24: Μ.Ο. Αθροιστικών Εσόδων ανά μήνα	125
Σχήμα 25: Μ.Ο. Κόστους Ημέρας	126
Σχήμα 26: Διάγραμμα Gantt με βραδύτερη δυνατή έναρξη.....	129
Σχήμα 27: Σύγκριση Καμπυλών Εσόδων – Εξόδων ανά μήνα ALAP.....	130
Σχήμα 28: Καμπύλη Σ Έργου ανά μήνα ALAP	131

Σχήμα 29: Μ.Ο. Αθροιστικών Εσόδων ανά μήνα ALAP	131
Σχήμα 30: Μ.Ο. Κόστους Ημέρας ALAP	132
Σχήμα 31: Καμπύλη S για ενωρίτερη (κόκκινη) και βραδύτερη (μπλε) έναρξη	133
Σχήμα 32 Ρήτρα (κάθετος άξονας) ανάλογα με το ποσοστό υπέρβασης της προθεσμίας (οριζόντιος άξονας)	134
Σχήμα 33 Διάγραμμα Gantt μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 5	136
Σχήμα 34 Μετατόπιση καμπύλης S μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 4.....	138
Σχήμα 35 Διάγραμμα Gantt μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 22	140
Σχήμα 36 Μετατόπιση καμπύλης S μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 22.....	141

Ευχαριστίες

Εκφράζω τις θερμές ευχαριστίες στον Καθηγητή ΠΘ κ. Πολύζο Σεραφείμ, που επέβλεψε τη παρούσα Διπλωματική Εργασία, καθώς επίσης και για τη δυνατότητα που μου έδωσε να υλοποιήσω τη συγκεκριμένη έρευνα, αλλά και για την πολύτιμη αρωγή και ουσιαστική επιστημονική καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της.

Ευχαριστώ επίσης τους γονείς μου, και τα αδέρφια μου για την αδιάκοπη υποστήριξη, ηθική και υλική, που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, γενικές ευχαριστίες οφείλω να εκφράσω στους απανταχού Μελετητές της επιστημονικής κοινότητας, χωρίς τη συμμετοχή των οποίων δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας.

Περίληψη

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασία αποβλέπει στον ορθό χρονικό και οικονομικό προγραμματισμό ενός τεχνικού έργου διαχείρισης αποβλήτων. Η σημασία μιας ολοκληρωμένης μελέτης που επικεντρώνεται στην διαχείριση ενός έργου καθίσταται μείζονος σημασίας για την έγκαιρη διεκπεραίωση αυτού και αποτελεί ίσως την σημαντικότερη διαδικασία στον κύκλο ζωής ενός έργου. Ο χρονικός και οικονομικός προγραμματισμός οποιουδήποτε έργου αποσκοπεί στην πλήρη υλοποίηση του έχοντας ως γνώμονα τον χρόνο, το κόστος και την ποιότητα. Επιτυχημένος προγραμματισμός, στα πλαίσια της διαχείρισης των έργων, νοείται αυτός που αποδίδει το καλύτερο αποτέλεσμα μειώνοντας τον χρόνο και το κόστος και αυξάνοντας παράλληλα την ποιότητα των παραδοτέων.

Εν προκειμένω, μελετήθηκε το έργο τεχνικό έργο της αποκατάστασης του χώρου ανέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων (Χ.Α.Δ.Α) στην περιοχή Κούκος του δήμου Πρέβεζας με φορέα διαχείρισης τον εν λόγο δήμο. Κατά την διεκπεραίωση της διπλωματικής, μελετήθηκαν και διευκρινίστηκαν όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά που περιλαμβάνει η αποκατάσταση στο σύνολο των εργασιών.

Αφού υπολογίστηκε ο προϋπολογισμός του έργου, έγινε ο χρονικός προγραμματισμός τόσο για την ενωρίτερη έναρξη του έργου όσο και για την βραδύτερη και προέκυψαν τα αντίστοιχα διαγράμματα Gantt και εργασιών. Υπολογίστηκαν, τα έξοδα του ανάδοχου του έργου ανά ημέρα και επιμερίστηκαν τα έσοδα του ανά μήνα έως την ολοκλήρωση του έργου. Τέλος, σχεδιάστηκαν οι καμπύλες S και για τις δύο περιπτώσεις χρονικού προγραμματισμού και συγκρίθηκαν μεταξύ τους με συνέπεια να εξαχθούν και τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

Abstract

The scope of the diploma thesis is the proper time and financial planning of a technical project. The importance of an integrated study focusing on the management of a project is of major importance for the timely implementation of this project and is perhaps the most important process in the life cycle of a project. The scheduling and financial planning of any project is focused around the terms of time, cost and quality. Successful scheduling, in the context of project management, results in the reduction of time and cost while increasing the quality of the deliverables.

In this case, the project of the dissertation is a technical project for the restoration of the uncontrolled waste disposal in the location "Koukos" of the municipality of Preveza, which has the management operation duties as well. During the completion of the diploma, all the technical characteristics of the restoration were studied and clarified.

After the project budget was determined, the time schedule was set for both the early start of the project (as soon as possible) and the slower (as late as possible), and the respective Gantt chart and network Diagram derived. The cost of the project contractor per day was calculated while its revenue was allocated per month until the completion of the project. Finally, the S curves were designed for both time scheduling scenarios and were compared with each other resulting in the corresponding conclusions.

Σύνοψη της εργασίας

Τα κεφάλαια που ακολουθούν περιλαμβάνουν

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στους βασικούς ορισμούς και λειτουργίες της διοίκησης έργων, τη διαχείριση κινδύνων, τους ορισμούς σχετικούς με τον χρονικό προγραμματισμό και τα στάδια μελέτης ενός έργου.

Κεφάλαιο 2

Η θεωρία των ευθύγραμμων γραφημάτων (διάγραμμα Gantt, καμπύλη προόδου ή καμπύλη S), του δικτυωτού προγραμματισμού έργων (δικτυωτή ανάλυση CPM ή PERT), των κατά κόμβους προσανατολισμένων δικτυωτών γραφημάτων (μέθοδος MPM) και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους.

Κεφάλαιο 3

Εκτενής αναφορά του αντικειμένου μελέτης του τεχνικού έργου και όλων των συναφών διαδικασιών υλοποίησης του με έμφαση σε όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτού και παρουσίαση του προϋπολογισμού του

Κεφάλαιο 4

Χρονικός προγραμματισμός ενωρίτερης και βραδύτερης έναρξης, υπολογισμός χρηματορροών, καμπυλών S και σύγκριση αυτών, παρουσίαση των χρονοδιαγραμμάτων και των καμπυλών εσόδων και εξόδων. Επίσης, εξετάζονται παραδείγματα καθυστερήσεων στο έργο (σε κρίσιμη και μη κρίσιμη διαδρομή) ως προς τις συνέπειες που έχουν στο κόστος και το χρόνο εκτέλεσής του με εφαρμογή ποινικών ρητρών.

Κεφάλαιο 5

Παρουσίαση και ανάλυση των συμπερασμάτων

Παράρτημα

Οι πίνακες ημερήσιων χρηματορροών ενωρίτερης και βραδύτερης έναρξης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ

1.1 Εισαγωγή

Η ιστορική εξέλιξη του πολιτισμού και της ανθρώπινης κοινωνίας είναι συνυφασμένη με την υλοποίηση έργων, δηλαδή εγχειρημάτων κατά τα οποία άνθρωποι και οικονομική πόροι οργανώνονται ώστε να παραχθεί συγκεκριμένο μετρήσιμο επωφελές αποτέλεσμα, τέτοιο ώστε η κατάσταση (της κοινωνικής πραγματικότητας) μετά το πέρας του έργου να έχει σαφή διαφορά από την κατάσταση κατά την έναρξη του έργου. Ανεξάρτητα από το είδος του έργου (έργο υποδομής, ερευνητικό έργο, στρατιωτική επιχείρηση, τραπεζικές διαδικασίες ή οτιδήποτε άλλη επιχειρηματική δραστηριότητα), η μεθοδική οργάνωση της υλοποίησής του, ο συντονισμός της διαχείρισης του έργου, είναι αναγκαία προϋπόθεση για την επιτυχία του εγχειρήματος.

Αν και δεν διαθέτουμε επαρκή ιστορική τεκμηρίωση, είναι βέβαιο ότι τα μεγάλα επιτεύγματα του παρελθόντος προϋπόθεταν υψηλό, για την εποχή τους, επίπεδο διαχείρισης. Είναι ολοφάνερο ότι οι ογκώδεις και πολύπλοκες κατασκευές, όπως το Σινικό τείχος, η Ακρόπολη ή οι πυραμίδες της Αιγύπτου, είναι χτισμένες σύμφωνα με υψηλές προδιαγραφές. Τόσο για την υλοποίηση των παραπάνω κατασκευών όσο και για την υλοποίηση άλλων επιτευγμάτων, όπως οι στρατιωτικές εκστρατείες του Μεγάλου Αλεξάνδρου, απαιτήθηκε τεράστιο ανθρώπινο δυναμικό για να ολοκληρωθούν. Γνωρίζουμε, όμως, σχετικά λίγα για τις διοικητικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πραγματοποίησή τους.

Παράλληλα, η ιστορία βρίθει από «αποτυχημένα» εγχειρήματα, όπως η κατασκευή της διώρυγας σύνδεσης του Νείλου με την ερυθρά θάλασσα, που άρχισε από τον Φαραώ Σέτι Α΄ και δεν ολοκληρώθηκε ούτε επί του διαδόχου του Νεχώ, αλλά πολύ αργότερα από του κατακτητές Πέρσες, επί Δαρείου. Δεν γνωρίζουμε πόσοι υπεύθυνοι του έργου έχασαν το κεφάλι τους τότε, αλλά σήμερα η κατάσταση δεν είναι πολύ ευκολότερη για τους ομολόγους τους.

Στις μέρες μας, η ραγδαίως μεταβαλλόμενη τεχνολογία, ο σκληρός ανταγωνισμός στην διεθνή αγορά για διασφάλιση μεριδίου, η στενότητα των διαθέσιμων πόρων, η επιρροή που ασκούν ισχυρές ομάδες πίεσης, η αστάθεια των οικονομικών συνθηκών- παραμέτρων, έχουν υποχρεώσει τις επιχειρήσεις να αλλάξουν τα συστήματα διοίκησης που χρησιμοποιούσαν. Στον αγώνα για επιβίωση που χαρακτηρίζει τη σύγχρονη αγορά, η επιστημονική διαχείριση έργων φαίνεται να προσφέρει πραγματικές λύσεις στα προβλήματα που δημιουργούνται. Αν και οι πρώτες σύγχρονες τεχνικές εμφανίστηκαν στις αρχές του 20ου αιώνα, η επιστήμη της διαχείρισης των έργων αναπτύχθηκε ουσιαστικά κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου πολέμου και μετά.

Η επιστημονική διαχείριση των έργων αντλεί γνώσεις και τεχνικές από πολλά επιστημονικά πεδία. Προϋποθέτει χρονικό προγραμματισμό με βάση την θεωρία δικτύων, μαθηματικό (γραμμικό ή μη) προγραμματισμό, επεξεργασία δεδομένων, θεωρία προτύπων και συστημάτων, ανάλυση κόστους-οφέλους, μεθόδους επιλογής εναλλακτικών λύσεων, θεωρία αποφάσεων και παιγνίων, τεχνικές ελέγχου, διαχείριση κινδύνου (risk) και επιπλέον εξειδικευμένες γνώσεις,

ανάλογα με τη φύση του κάθε έργου. Ωστόσο, δεν είναι το απλό άθροισμα όλων αυτών. Η επιστημονική διαχείριση απαιτεί επιπλέον την διαδικασία σύνθεσης/ολοκλήρωσης όλων όσων πρέπει να γίνουν ώστε να υλοποιηθούν οι στόχοι του έργου.

Παραδοσιακά, η διαχείριση έργου λειτούργησε στα πλαίσια της «σκληρής» γραφειο- κρατικής ιεραρχικής οργανωτικής δομής. Στην ταχέως μεταβαλλόμενη εποχή μας, όμως, αυξάνονται ολοένα και περισσότερο τα έργα που απαιτούν όχι μόνο λειτουργική ευελιξία αλλά και εμπλοκή πολλαπλών ειδικοτήτων και τμημάτων και στα οποία εμπλέκονται σύνθετες και πολυεθνικές εταιρείες. Για τον λόγο αυτό παρατηρείται η τάση να υιοθετούνται συχνότερα ομάδες έργου, δομές οργάνωσης τύπου μητρώου και γενικά εγωκεντρική διοίκηση. Ο διευθυντής του έργου, ως υπεύθυνος του έργου, έχει καθήκον να δημιουργήσει μια ευέλικτη δομή που να ικανοποιεί εξίσου τις ανάγκες του έργου, τις ανάγκες της οργάνωσης, τις ανάγκες των εμπλεκόμενων και τις ανάγκες των ατόμων που απασχολούνται στο έργο.

1.2 Τι είναι έργο

Η βασική διαφορά ανάμεσα στη διαχείριση έργου και το γενικό μάνατζμεντ σχετίζεται με τον ορισμό του έργου και στα τελικά παραδοτέα. Οι δύο πλησιέστεροι ορισμοί είναι οι εξής:

- Το εγχειρίδιο που εξέδωσε το Project Management Institute (PMI), ορίζει ως έργο το προσωρινό εγχείρημα που στοχεύει στη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος ή υπηρεσίας. Προσωρινό σημαίνει ότι κάθε έργο έχει καθορισμένο τέλος. Μοναδικό σημαίνει ότι το προϊόν ή η υπηρεσία διαφέρει κατά διακριτό τρόπο από όλα τα υπόλοιπα παρόμοια προϊόντα ή υπηρεσίες.
- Ο Turner ορίζει ως έργο το εγχείρημα κατά το οποίο άνθρωποι πόροι, μηχανές, οικονομική πόροι και πρώτες ύλες οργανώνονται κατά καινοφανή τρόπο, με στόχο την ανάληψη συγκεκριμένου αντικείμενου εργασιών που έχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές και υπόκεινται σε δεδομένους κοστολογικούς και χρονικούς περιορισμούς, ώστε να παραχθεί μία επωφελής μεταβολή, η οποία ορίζεται μέσω ποσοτικών και ποιοτικών στόχων.

Στους παραπάνω ορισμούς πρέπει να προσθέσουμε τις υποδομές (χώροι, εγκαταστάσεις). Εκ παραδόσεως, οι εργασίες που εκτελούνται, κυρίως, στον κατασκευαστικό κλάδο και οι αμυντικές προμήθειες θεωρούνται έργα. Πρόσφατα όμως, ολοένα και περισσότερες εταιρείες προνοούν οργανώνοντας τις εργασίες τους ως έργα (εργοκεντρική διοίκηση) και χρησιμοποιούν τεχνικές διαχείρισης έργου για να εξασφαλίσουν την επιτυχή ολοκλήρωση αυτών των εργασιών.

Τα έργα ποικίλουν ως προς το μέγεθος, το αντικείμενο εργασιών, το κόστος και τον απαιτούμενο χρόνο για την περάτωση τους. Όλα τα έργα όμως, κατασκευαστικά ή όχι, μικρά ή μεγάλα, παρουσιάζουν κοινά γενικά χαρακτηριστικά. Οι διαφορές τους μπορεί να είναι ποσοτικές ή να ανάγονται στην έμφαση που δίνεται σε κάθε συντελεστή τους. Έτσι, για παράδειγμα, σε ένα έργο πληροφορικής δίνεται περισσότερο σημασία στις μελέτες και την ανθρώπινη εργασία, ενώ σε ένα κατασκευαστικό έργο θα πρέπει να εξεταστεί επιπρόσθετα το θέμα του εξοπλισμού και των υλικών. Σε ένα μικρό έργο η διοίκηση μπορεί να αρκείται από ένα μόνο άτομο, ενώ σε ένα μεγάλο έργο θα χρειαστούν επιτροπές και επιτελεία στο πλευρό του υπεύθυνου του έργου. Παραδείγματος χάριν, τα παρακάτω μπορούν να θεωρηθούν έργα:

- Η μελέτη και η κατασκευή κτιρίου, σπιτιού, κ.λπ.
- Ο σχεδιασμός και ο έλεγχος κάποιο νέου μοντέλου αυτοκινήτου ή ηλεκτρικής συσκευής.
- Η εισαγωγή νέων προϊόντων στην αγορά (διαφήμιση, μάρκετινγκ).
- Η υλοποίηση συστημάτων πληροφορικής (έργα πληροφορικής).
- Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση νέων οργανωτικών δομών (έργα ανθρωπίνων πόρων).

- Ο σχεδιασμός και η άσκηση επιθεωρήσεων (έργα διαχείρισης ποιότητας).
- Η βελτίωση της παραγωγικότητας εντός καθορισμένης χρονικής περιόδου.
- Η ανάκτηση από καταστροφή (περιορισμός των ζημιών που έχουν προκληθεί από φωτιά, πλημμύρα, ατύχημα).
- Οι Ολυμπιακοί Αγώνες (αθλητικά γεγονότα)
- Μεταφορές και διακίνηση προϊόντων
- Μετακομίσεις ή διακοπές (έργα οικιακής κλίμακας).

1.3 Διαχείριση έργου

Το εγχειρίδιο για τη διαχείριση έργου (Project Management Body Of Knowledge, PMBOK) ορίζει ως διαχείριση έργου τη διαδικασία κατά την οποία: ...εφαρμόζουμε γνώσεις, δεξιότητες, εργαλεία και τεχνικές κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων του έργου, με στόχο να ικανοποιήσουμε τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των συμμετόχων. Η διαχείριση έργου (Project Management, PM) μπορεί, επίσης, να οριστεί ως ένας τρόπος δόμησης πολύπλοκων εγχειρημάτων που χαρακτηρίζονται από πολλαπλές ανεξάρτητες μεταβλητές που αναφέρονται στο χρόνο, το κόστος, τους πόρους και την ανθρώπινη συμπεριφορά. Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός και έλεγχος του έργου απαιτεί σφαιρική θεώρηση, λογική σκέψη, σημασία στη λεπτομέρεια, ικανότητες επικοινωνίας και δέσμευση χρόνου, οικονομικών πόρων, υποδομών και ανθρώπινου δυναμικού για την ολοκλήρωση του έργου. Η διαχείριση έργου καλείται να συνδυάσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα παραπάνω έτσι ώστε η υλοποίηση του έργου να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις συμφωνηθέντες προδιαγραφές. Χρονικές και κοστολογικές υπερβάσεις μειώνουν το κέρδος, δυσφημούν τον διευθυντή του έργου και την εργολήπτρια εταιρεία ή υπονομεύουν την ολοκλήρωση του έργου.

Στις μέρες μας, η φύση των επιχειρήσεων αλλάζει, καθώς ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις οργανώνουν τις επιχειρηματικές τους δραστηριότητες ως έργα. Η εργοκεντρική διοίκηση αξιοποιήθηκε τα τελευταία είκοσι χρόνια στο σχεδιασμό τεχνολογικών εφαρμογών, τις κατασκευές κτιρίων, την αεροδιαστημική και την άμυνα. Σήμερα τη συναντάμε και σε άλλου τύπου οργανώσεις: φαρμακοβιομηχανίες, οργανισμούς του κλάδου υγείας, εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο των τηλεπικοινωνιών, της ανάπτυξης λογισμικού και της ανάπτυξης συστημάτων, οργανισμούς παραγωγής ενέργειας, εκπαιδευτικούς οργανισμούς, βιομηχανικές εταιρείες και εταιρείες παροχής υπηρεσιών. Η αποτελεσματικότητα της εργοκεντρικής διοίκησης ήταν το κύριο θέμα στο συνέδριο διαχείρισης έργου που διοργάνωσε η Διεθνής Ένωση Διαχείρισης Έργου (International Project Management Association, IPMA) στη Βιέννη, το 1990.

Είμαστε μάρτυρες μιας σιωπηλής επανάστασης, της μετάβασης από τη συμβατική λειτουργική ιεραρχημένη διοίκηση στην δικτυωμένη εργοκεντρική διοίκηση. Για τη μετάβαση αυτή είναι απαραίτητη η συνεργασία ατόμων καταρτισμένων σε διάφορους επιστημονικούς τομείς, όπως τα μαθηματικά (μοντελοποίηση συστημάτων, στατιστική, θεωρία πιθανοτήτων), την πληροφορική, την διοίκηση επιχειρήσεων, τη μηχανολογία, τα οικονομικά, τις επιστήμες συμπεριφοράς και φυσικά τις ειδικές τεχνικές της επιχειρησιακής έρευνας. Αυτό σημαίνει ότι το πρόβλημα της οργάνωσης ενός έργου απαιτεί τη δημιουργία ενός ανοικτού δυναμικού δικτύου συνεργασιών, του οποίου το μέγεθος και η σύνθεση ποικίλουν ανάλογα με το μέγεθος και τη φύση του έργου.

1.4 Βασικές λειτουργίες και επιδιώξεις της διοίκησης του έργου

Η επιτυχημένη διοίκηση του έργου απαιτεί αφοσίωση και συνεχή επαγρύπνηση. Η ορθή διοίκηση του έργου στηρίζεται σε κάποιες βασικές λειτουργίες που είναι:

1) Ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός

Σε μια κατασκευή ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός είναι διαδικασίες αλληλοσυμπληρούμενες και έχουν σαν στόχο τη μελέτη και ανάπτυξη δυνατών συνδυασμών εργασιών, δραστηριοτήτων και λειτουργιών, οι οποίες όταν τεθούν σε εφαρμογή να επιτύχουν τον αντικειμενικό σκοπό. Ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός αναφέρονται σε όλες τις φάσεις κατασκευής του έργου πριν από την πραγματοποίηση της κατασκευής. Πρέπει να καθορισθούν εκ των προτέρων η αλληλουχία των δραστηριοτήτων, η χρονική διάρκεια τους, η κατανομή των πόρων και η κατάρτιση του προϋπολογισμού. Να προβλεφθούν οι τυχόν δυσκολίες, δυσχέρειες, καθυστερήσεις και ελλείψεις πριν αυτές πράγματι ανακύψουν, στη διάρκεια εκτέλεσης του σχεδίου κατασκευής. Για να επιτευχθούν αυτά απαιτείται βαθιά και πλατιά γνώση όλων των εργασιών στο εργοτάξιο και ιδιαίτερη ικανότητα από το μηχανικό ο οποίος συμμετέχει στο κύκλωμα παραγωγής του τεχνικού έργου.

Ο προγραμματισμός είναι απαραίτητο οργανωτικό μέσο στην κατασκευή ενός έργου, γιατί δίνει τη δυνατότητα βελτιωμένου ελέγχου και προγραμματισμένης διάθεσης των μέσων παραγωγής. Καθορίζει το χρόνο απασχόλησης μηχανών και προσωπικού, ελέγχει την πρόοδο του έργου, το κόστος παραγωγής και τη χρηματική ρευστότητα της επιχείρησης, παρέχει στοιχεία για την έγκαιρη προμήθεια υλικών και συμβάλλει στην εφαρμογή μεθόδων βελτιστοποίησης με τη συνάρτηση κόστους- χρόνου.

2) Η οργάνωση και ο συντονισμός

Για την κατασκευή ενός τεχνικού έργου απαιτείται οργανωτική υποδομή. Η μορφή της οργανωτικής δομής είναι σημαντικός παράγοντας επιτυχίας των στόχων της εταιρίας. Αρχικά πρέπει να γίνει καταμερισμός του έργου σε επί μέρους δραστηριότητες και να ακολουθήσει η ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων σε τομείς ανάλογα με το αντικείμενο. Ο κάθε τομέας πρέπει να στελεχωθεί με ανάλογο ανθρώπινο δυναμικό, το οποίο θα φέρει σε πέρας με αποτελεσματικότερα το έργο της ευθύνης του. Ο συντονισμός των εργαζομένων βασίζεται στην τεχνικά και λογικά σωστή ανάλυση των ικανοτήτων, υπευθυνοτήτων και καθηκόντων. Στους υπεύθυνους των ομάδων εκχωρείται η αναγκαία εξουσία, ώστε να είναι σε θέση να εκτελέσουν την αποστολή τους με αποδοτικότητα.

Με την οργάνωση καταβάλλεται προσπάθεια για τη συστηματική και ταχεία τροφοδοσία των επί μέρους θέσεων εργασίας με τους αναγκαίους πόρους, τη δημιουργία συστήματος ταχείας πληροφοριοδότησης όλων των μελών, έτσι ώστε να υπάρχει συντονισμός στη δράση και να εξυπηρετείται καλύτερα ο τελικός στόχος. Ο συντονισμός επίσης, αναφέρεται στο βέλτιστο προγραμματισμό και τον έλεγχο διάθεσης των μέσων παραγωγής στο έργο και στην τήρηση των χρονικών προθεσμιών.

3) Ο έλεγχος προόδου έργου

Ο έλεγχος προόδου του έργου αφορά τον υπολογισμό των αποκλίσεων μεταξύ των αρχικών προβλέψεων στην ποιοτική και ποσοτική εξέλιξη των επί μέρους δραστηριοτήτων και αυτών που υλοποιούνται στην πραγματικότητα. Πρέπει να γίνεται έλεγχος τήρησης του χρονικού προγραμματισμού και της κατανομής των πόρων και να αποτρέπονται οι τυχόν αποκλίσεις από αυτά. Η συστηματική παρακολούθηση των πραγματικών δεδομένων οδηγεί στην ικανοποίηση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στόχων. Η βελτίωση του υπάρχοντος σχεδιασμού και προγραμματισμού στις πραγματικές συνθήκες του έργου θεωρείται επιβεβλημένη. Η επιτυχία του ελέγχου, και επομένως της συνεχούς περιοδικής προσαρμογής του έργου στα μεγέθη του προγραμματισμού, βασίζεται στην κίνηση των πληροφοριών μεταξύ διοίκησης και ομάδων εφαρμογής.

4) Η διεύθυνση και η καθοδήγηση

Η διεύθυνση και η καθοδήγηση αποτελούν τη δυσκολότερη δραστηριότητα του υπεύθυνου του έργου γιατί αφορούν τον άνθρωπο ως εργαζόμενο. Η συμπεριφορά του εργαζόμενου είναι δύσκολο να σταθμισθεί, να καθορισθεί και να επηρεασθεί προς ορισμένη κατεύθυνση. Είναι δύσκολο να γνωρίζει ο υπεύθυνος του έργου αν και κατά πόσο είναι σε θέση οι εργαζόμενοι να προβούν στην απόδοση του έργου και να βελτιώνουν αυτή σχετικά με την υλοποίηση των στόχων της εταιρίας. Είναι πολλοί οι παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση των εργαζομένων και συχνά διαφορετικοί για τον κάθε εργαζόμενο. Συνήθως οι επιδόσεις τους επηρεάζονται από τη στάση της διοίκησης απέναντί τους, τη γενικότερη καθοδήγηση, την ανάθεση υπεύθυνου έργου και την ικανοποίηση των φιλοδοξιών τους. Ο υπεύθυνος του έργου πρέπει να προσπαθεί να εμπνεύσει το σεβασμό και να πείσει με τις ικανότητές του τους εργαζόμενους να επιτύχουν τους στόχους που έχουν τεθεί.

Οι βασικές επιδιώξεις της διοίκησης του έργου είναι:

- Η ικανοποίηση των στόχων του έργου. Οι κύριοι στόχοι μιας επιχειρηματικής δραστηριότητας είναι ο χρόνος, το κόστος και η ποιότητα, τα οποία συνδέονται άμεσα με την αύξηση της παραγωγικότητας στον τομέα των κατασκευών. Οι τρεις παράμετροι είναι ανισοβαρείς και επιδιώκεται η βέλτιστη σχέση ανάμεσά τους. Ο χρόνος αφορά την υλοποίηση του έργου εντός των ορίων που έχουν προκαθορισθεί. Ο χρόνος έχει μικρή ή μεγάλη βαρύτητα ανάλογα με τη φύση και τη χρησιμότητα του έργου. Το κόστος αφορά την τήρηση του προϋπολογισμού και την εκτέλεση των εργασιών με σύνολο δαπανών στο όριο που η καθαρή οικονομική απόδοση είναι επωφελής για τον ιδιοκτήτη του. Η κατασκευή ενός έργου στον προγραμματισμένο χρόνο και κόστος θα ήταν χωρίς πρακτική σημασία, αν στο τέλος το έργο δεν ανταποκρινόταν στις ποιοτικές προδιαγραφές. Η ποιότητα αναφέρεται στην τήρηση των προδιαγραφών και προτύπων. Ανάλογα με το χαρακτήρα του έργου μπορεί να αποτελεί την πρώτη επιδίωξη. Ο εντοπισμός της βέλτιστης λύσης είναι το αποτέλεσμα της αξιολόγησης των παραπάνω παραγόντων και της γενικότερης σημασίας που έχουν αυτοί στο έργο.
- Η λεπτομερής παρακολούθηση των κρίσιμων δραστηριοτήτων. Δεύτερη βασική επιδίωξη της διοίκησης είναι η παρακολούθηση των κρίσιμων δραστηριοτήτων γιατί αυτές παίζουν ιδιαίτερο ρόλο στην εξέλιξη του έργου από άποψη χρόνου, κόστους και ποιότητας. Οποιαδήποτε μεταβολή των κρίσιμων δραστηριοτήτων επηρεάζει όλο το έργο γι' αυτό και επικεντρώνεται η προσοχή στα προβλήματα αυτών των δραστηριοτήτων.

1.5 Βασικοί παράγοντες του έργου

Σε ένα τεχνικό έργο διακρίνονται οι παρακάτω βασικοί παράγοντες:

- Ο ιδιοκτήτης ή κύριος του έργου. Είναι αυτός ο οποίος καθορίζει το σκοπό του έργου και που συνήθως είναι η ικανοποίηση κάποιας ανάγκης του ιδιοκτήτη. Ο ιδιοκτήτης μπορεί να είναι ένα άτομο, μια εταιρία ή το κράτος. Ο ιδιοκτήτης συνήθως αναφέρεται και ως «εργοδότης».
- Ο μελετητής του έργου. Είναι αυτός ο οποίος σχεδιάζει το έργο έτσι ώστε όταν κατασκευασθεί να ικανοποιεί τον ιδιοκτήτη. Ο μελετητής μπορεί να είναι μηχανικός, οικονομολόγος, γεωπόνος ή επιστήμονας κάποιας άλλης ειδικότητας, ανάλογα με το χαρακτήρα του έργου. Ορισμένες φορές η μελέτη ενός έργου απαιτεί περισσότερες από μια ειδικότητες και τότε συνεργάζεται ομάδα επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων.
- Ο κατασκευαστής του έργου. Είναι αυτός ο οποίος αναλαμβάνει να κατασκευάσει το έργο σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις της μελέτης. Μπορεί να είναι ένα άτομο (εργολάβος - εργολήπτης) ή μια κατασκευαστική εταιρία.
- Ο ειδικός σύμβουλος του έργου. Ανάλογα με τη μορφή, την κλίμακα και τις δυσκολίες του έργου πιθανόν να απαιτηθεί η συνεργασία με ειδικό σύμβουλο τόσο για θέματα μελέτης όσο και για θέματα κατασκευής.

1.5 Οργάνωση του έργου

Για την κατασκευή ενός έργου απαιτείται οργάνωση από την πλευρά της διοίκησης. Η οργάνωση απαιτεί τη συντονισμένη δράση πολλών ατόμων με σχετική εκπαίδευση και εμπειρία, τα οποία πρέπει να εργάζονται με βάση ένα συγκεκριμένο σχέδιο δράσης.

Η μορφή της οργανωτικής δομής είναι σημαντικός παράγοντας επιτυχίας των στόχων της οργάνωσης. Η οργάνωση εξαρτάται από τη μορφή, τη θέση και το μέγεθος του έργου, από την τεχνική στάθμη και την ικανότητα των εργαζομένων, από την ευελιξία της επιχείρησης, από τους στόχους του έργου και από το περιβάλλον. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων τα οποία εμφανίζονται στην υλοποίηση ενός έργου είναι απαραίτητος ο συντονισμός όλων των συνεργατών που απασχολούνται άμεσα ή έμμεσα με τις διαδικασίες παραγωγής του τεχνικού έργου.

Ο συντονισμός των εργαζομένων βασίζεται στην τεχνικά και λογικά σωστή ανάλυση των ικανοτήτων, ευθυνών και καθηκόντων. Η συνεργασία των εργαζομένων μέσα στην επιχείρηση είναι έργο της διοίκησης, η οποία ελέγχει και κατευθύνει τις δραστηριότητες των συνεργατών σύμφωνα με την οργανωτική δομή, έτσι ώστε όλοι οι συνεργάτες να ενεργοποιούνται αποδοτικά για την επιτυχία των στόχων της οργάνωσης.

1.6 Κύκλος ζωής του έργου

Ένα από τα χαρακτηριστικά του έργου είναι ότι έχουν αρχή και τέλος. Η διάρκειά τους είναι συγκεκριμένη και ξεκινάει από την αρχική σύλληψη της ιδέας για την κατασκευή του, μέχρι και την παράδοση του έργου προς λειτουργία στον χρήστη. Το χρονικό διάστημα από την αρχή μέχρι το τέλος του έργου αναφέρεται ως κύκλος ζωής του έργου.

Τα βασικά στάδια στον κύκλο ζωής του έργου είναι:

- Το πρώτο στάδιο που περιλαμβάνει τη σύλληψη της ιδέας, η οποία συνήθως προέρχεται από την ζήτηση.
- Το δεύτερο στάδιο που αφορά το σχεδιάσμά του έργου και είναι ίσως το σημαντικότερο στάδιο γιατί προσδιορίζονται και διαμορφώνονται τα χαρακτηριστικά του έργου. Σ' αυτό το στάδιο καθορίζονται οι προδιαγραφές και αναφέρονται οι αντικειμενικοί στόχοι, οι περιορισμοί αναφορικά με τους χρόνους, την οργάνωση, τους οικονομικούς πόρους και τα υλικά.
- Το τρίτο στάδιο που αφορά την ανάθεση και την έναρξη του έργου. Περιλαμβάνει τις διαδικασίες δημοπράτησης, την αναζήτηση του απαραίτητου δυναμικού, τις παραγγελίες των υλικών και την εγκατάσταση των εργολάβων.
- Το τέταρτο στάδιο που αφορά την υλοποίηση, την κατασκευή, την ολοκλήρωση, την παράδοση και αποδοχή του έργου από τον χρήστη του.
- Το πέμπτο στάδιο που είναι και το τελικό στάδιο της ζωής του έργου και αφορά τη λειτουργία και τη συντήρησή του.

1.7 Προγραμματισμός κατασκευής των έργων

Οι στόχοι ενός έργου δεν περιορίζονται μόνο στον παράγοντα ποιότητα αλλά διευρύνονται προς την κατεύθυνση βελτιστοποίησης του κόστους και του χρόνου. Αυτό σημαίνει ότι καλείται ο υπεύθυνος του έργου να εκτελέσει το έργο στο ελάχιστο δυνατό κόστος, μέσα στον προγραμματισμένο χρόνο και σύμφωνα με τις ποιοτικές προδιαγραφές, οι οποίες εξασφαλίζουν την αντοχή, την ασφάλεια και τη λειτουργικότητα της κατασκευής.

Η κατασκευή κάθε έργου απαιτεί ορθολογικό χρονικό προγραμματισμό, ώστε να επιτευχθεί η ταχύτερη και οικονομικότερη εκτέλεσή του. Ο χρονικός προγραμματισμός είναι ποσοτική μέθοδος λήψης απόφασης, η οποία δίνει τη δυνατότητα μελέτης και έρευνας των παραγωγικών

διαδικασιών, που συνθέτουν μια κατασκευή, στη φάση του σχεδιασμού για την επιλογή της βέλτιστης μεθόδου εκτέλεσης του.

Ο προγραμματισμός του έργου αναφέρεται στο ποια εργασία θα γίνει, ποιος θα κάνει την ορισμένη εργασία, πότε, που και με τι μέσα. Το κρίσιμο μέρος της επιτυχημένης διαχείρισης του έργου είναι οι αποφάσεις που παίρνονται μετά την εκπόνηση του προγραμματισμού, για τη διατήρηση του έργου στην προγραμματισμένη πορεία. Απαραίτητα στοιχεία του προγραμματισμού είναι ο καθορισμός των διαδικασιών που απαιτούνται για την πραγματοποίησή του, ο συνδυασμός και συντονισμός των διαδικασιών αυτών, η προετοιμασία των σχεδίων δράσεως των διαφόρων εργασιών, ο καθορισμός και η εξασφάλιση των μέσων παραγωγής στις αντίστοιχες δραστηριότητες και η διαμόρφωση ενός αποδεκτού προϋπολογισμού.

Στον προγραμματισμό μελετάται η ανάλυση όλων των εργασιών και των δραστηριοτήτων οι οποίες πρέπει να ολοκληρωθούν για την εκτέλεση του έργου, καθορίζονται οι μέθοδοι εργασίας, τα απαιτούμενα μηχανήματα και το ανθρώπινο δυναμικό και προϋπολογίζονται οι χρόνοι και το κόστος εκτέλεσης κάθε επί μέρους δραστηριότητας. Η βελτιστοποίηση στη χρήση των παραγωγικών συντελεστών κρίνεται απαραίτητη. Επιπλέον, καθορίζεται η χρονική αλληλουχία των επί μέρους εργασιών, η χρονική κατανομή του απαιτούμενου δυναμικού και η διακίνηση των υλικών που θα ενσωματωθούν ή θα χρησιμοποιηθούν στο έργο. Με το χρονικό προγραμματισμό συντάσσονται πίνακες και διαγράμματα για την χρονική εξέλιξη των δραστηριοτήτων και το κόστος των εκτελουμένων σε δυναμικό και υλικά. Οι πίνακες και τα διαγράμματα αποτελούν το πρόγραμμα του έργου με το οποίο ελέγχεται η πορεία της κατασκευής του έργου. Το πρόγραμμα ελέγχεται, μεταβάλλεται και βελτιώνεται όταν επέλθει μεταβολή στα στοιχεία του χρόνου, του κόστους και του δυναμικού.

Η απεικόνιση των διαδικασιών υλοποίησης ή παραγωγής ενός έργου σε κατάλληλο μαθηματικό υπόδειγμα γίνεται με τη βοήθεια των ευθύγραμμων και δικτυωτών γραφημάτων.

α. Ευθύγραμμα γραφήματα

Τα ευθύγραμμα γραφήματα είναι η πρώτη αξιόλογη μέθοδος προγραμματισμού και οφείλεται στον Gantt. Βασίζεται στην απεικόνιση των διαφόρων δραστηριοτήτων με ευθύγραμμα παράλληλα τμήματα. Το μήκος κάθε τμήματος είναι ανάλογο της χρονικής διάρκειας κάθε δραστηριότητας. Το διάγραμμα Gantt βοηθά στον προγραμματισμό και στην κατάρτιση του προγράμματος κατασκευών, εξυπηρετεί στην παρακολούθηση της προόδου των εργασιών και παρέχει τη δυνατότητα σύγκρισης της προγραμματισμένης με την υφιστάμενη κατάσταση.

Για τη σύνταξη του διαγράμματος Gantt απαιτείται η ανάλυση όλου του έργου στις επί μέρους δραστηριότητες του, ο προσδιορισμός της χρονικής διάρκειας και του κόστους κάθε δραστηριότητας καθώς και του απαιτούμενου δυναμικού για την εκτέλεση του. Για την απεικόνιση των δραστηριοτήτων κατασκευάζεται ένας πίνακας στον οποίο τοποθετούνται στην πρώτη στήλη περιγραφικά οι δραστηριότητες που προβλέπεται ότι απαιτούνται για την εκτέλεση του έργου, ενώ στην πρώτη γραμμή αναγράφονται οι χρονικές μονάδες μέτρησης (ημέρες, εβδομάδες, μήνες) που υιοθετούνται. Στη συνέχεια σε κάθε γραμμή τοποθετούνται ευθύγραμμα τμήματα με μήκος αντίστοιχο με τη χρονική διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Τέλος στην τελευταία γραμμή μπορεί να τοποθετηθεί το κόστος σε κάθε χρονική μονάδα του έργου, προσθέτοντας το κόστος των δραστηριοτήτων σε κάθε στήλη κατακόρυφα.

Τα πλεονεκτήματά του είναι η απλότητα σχεδιάσεως και αναπροσαρμογής κατά την πρόοδο των εργασιών και η εύκολη χρησιμοποίησή του ακόμη και από μη ειδικευμένο προσωπικό. Τα μειονεκτήματά του είναι ότι δεν εμφανίζει αλληλεξάρτηση των διαφόρων εργασιών, δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε έργα με πολλές δραστηριότητες και δεν παρέχει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης της κατασκευής.

β. Δικτυωτά γραφήματα

Τα δικτυωτά γραφήματα αντίθετα με τα ευθύγραμμα, εισάγουν στον προγραμματισμό την επιστημονική θεώρηση στην εκλογή των μηχανημάτων και του προσωπικού σε συνδυασμό με το διατιθέμενο κεφάλαιο. Προγραμματίζουν τη διάθεση των συντελεστών παραγωγής, που έχει ιδιαίτερη σημασία στη μείωση του κόστους παραγωγής, εφ' όσον οι επενδύσεις θα γίνονται στον κατάλληλο χρόνο. Συγχρόνως προσδιορίζονται εύκολα οι επιπτώσεις πάνω στο συνολικό χρόνο και κόστος, λόγω αλλαγής μεθόδου κατασκευής ή χρησιμοποιούμενων συντελεστών παραγωγής. Με τα δικτυωτά γραφήματα καθορίζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου, η οποία αποτελείται από τις κρίσιμες δραστηριότητες, και δίνει στον ελάχιστο δυνατό χρόνο, που είναι ίσος με το μέγιστο επιτρεπόμενο χρόνο εκτέλεσης του έργου. Παράλληλα καθορίζονται τα χρονικά περιθώρια των μη κρίσιμων δραστηριοτήτων, μέσα στα οποία το τέλος μιας εργασίας μπορεί να καθυστερήσει χωρίς να επηρεαστεί η προγραμματισμένη διάρκεια του έργου, και αντίστοιχα ενωρίτερες και βραδύτερες χρονικές τιμές πραγματοποίησης των διαφόρων γεγονότων.

Τα δικτυωτά γραφήματα, των οποίων η διαρθρωτική μορφή μοιάζει με τα δίκτυα του δυναμικού προγραμματισμού, δίνουν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης ηλεκτρονικών υπολογιστών για τη βελτιστοποίηση κόστους - χρόνου και για τη γενικότερη ηλεκτρονική οργάνωση των παραγωγικών διαδικασιών της επιχείρησης.

Τα πλεονεκτήματα των δικτυωτών γραφημάτων είναι: περιγράφεται λεπτομερώς η πορεία εκτέλεσης του έργου, δίνεται η δυνατότητα εκτίμησης των απαιτήσεων του έργου σε πόρους, εντοπίζονται οι παρεκκλίσεις των προγραμμάτων παρέχεται η δυνατότητα λεπτομερούς σχεδιασμού του έργου, καθίσταται δυνατός ο καθορισμός του απαραίτητου δυναμικού, καθορίζονται οι κρίσιμες δραστηριότητες του έργου, και καθίσταται δυνατή η βελτιστοποίηση του κόστους κατασκευής.

Τα δικτυωτά γραφήματα τα συναντάμε με τις ονομασίες CPM και PERT, ενώ στην ελληνική ορολογία καθιερώθηκε ο όρος δικτυωτός προγραμματισμός ή δικτυωτή ανάλυση.

1.8 Εφαρμογή χρονικού προγραμματισμού με τη βοήθεια λογισμικού (MICROSOFT PROJECT 2000)

Το Microsoft Project 2000 είναι ένα πρόγραμμα διαχείρισης έργων, το οποίο χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό προγραμμάτων έργου και παρακολούθηση εργασιών που ολοκληρώθηκαν. Τα έργα αντιμετωπίζονται σε συνάρτηση με το χρόνο, το κόστος και το εύρος τους. Τα στάδια της διαδικασίας του χρονικού προγραμματισμού είναι:

α. Οργάνωση, Καταχώρηση και Σύνδεση εργασιών

Αρχικά γίνεται ο καθορισμός των δραστηριοτήτων για όλο το έργο. Οι εργασίες οργανώνονται σε κατηγορίες ή ομάδες που για το συγκεκριμένο έργο είναι: οι εκσκαφές, τα επιχώματα, τα τεχνικά έργα, η οδοστρωσία, η σήμανση και η ασφάλεια, τα ασφαλτικά, η αποχέτευση - αποστράγγιση, οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και η επένδυση των πρανών. Στις κατηγορίες των εργασιών περιλαμβάνονται αναλυτικά οι επί μέρους εργασίες καθώς και η προεκτίμηση της ενωρίτερης έναρξης και της ενωρίτερης λήξης αυτών.

Μετά την οργάνωση των εργασιών γίνεται η καταχώρηση αυτών μαζί με τις ημερομηνίες ενωρίτερης έναρξης και ενωρίτερης λήξης. Στο Microsoft Project, ο χώρος όπου γίνεται η καταχώρηση των εργασιών είναι η προβολή διαγράμματος Gantt. Στην προεπιλεγμένη προβολή διαγράμματος Gantt, εμφανίζεται δεξιά το διάγραμμα ράβδων και αριστερά ένας πίνακας. Αν και ο πίνακας καταχώρησης μοιάζει με λογιστικό φύλλο, συμπεριφέρεται περισσότερο σαν πίνακας βάσης δεδομένων.

Ο χρόνος που προβλέπεται ότι θα χρειαστεί για την ολοκλήρωση της εργασίας ονομάζεται διάρκεια εργασίας. Από την καταχώρηση των εργασιών προκύπτει η συνολική διάρκεια των δραστηριοτήτων που είναι η διαφορά μεταξύ της πρώτης ημερομηνίας αρχής και της τελευταίας

ημερομηνίας τέλους των εργασιών. Η διάρκεια του έργου επηρεάζεται και άλλους παράγοντες, όπως είναι οι σχέσεις εργασιών.

Στα έργα οι εργασίες εκτελούνται με συγκεκριμένη σειρά. Στο Microsoft Project, η πρώτη εργασία ονομάζεται προηγούμενη εργασία, επειδή προηγείται των εργασιών που εξαρτώνται από αυτή. Η δεύτερη εργασία ονομάζεται διάδοχος εργασία, επειδή έπεται των εργασιών από τις οποίες εξαρτάται. Κάθε εργασία μπορεί να προηγείται μιας ή περισσότερων διαδόχων εργασιών. Κατά τον ίδιο τρόπο, κάθε εργασία μπορεί να είναι διάδοχος για μια ή περισσότερες προηγούμενες εργασίες. Μετά τη σύνδεση των εργασιών προκύπτει η συνολική διάρκεια του έργου, την οποία έχει υπολογίσει το Microsoft Project με βάση τη διάρκεια των μεμονωμένων εργασιών και των σχέσεων αυτών.

Στο πρόγραμμα μπορεί να γίνει καταχώρηση νέων εργασιών, μετονομασία ή και διαγραφή άλλων αν χρειασθεί.

β. Διαμόρφωση πόρων

Οι πόροι είναι τα άτομα, ο εξοπλισμός και τα υλικά που απαιτούνται για την ολοκλήρωση των εργασιών του έργου. Το Microsoft Project εστιάζει σε δύο πτυχές των πόρων, τη διαθεσιμότητα και το κόστος τους. Η διαθεσιμότητα προσδιορίζει πότε ένας συγκεκριμένος πόρος μπορεί να απασχοληθεί σε μια εργασία και πόσο έργο μπορεί να παραγάγει, ενώ το κόστος αναφέρεται στο πόσα χρήματα θα χρειασθούν για να πληρωθεί ο πόρος αυτός.

Οι πόροι απασχόλησης είναι τα άτομα και ο εξοπλισμός που εκτελούν τις εργασίες του έργου. Καταχωρώντας τους πόρους του μηχανολογικού εξοπλισμού στις αντίστοιχες δραστηριότητες, εμφανίζεται ο χρόνος απασχόλησης ή υπεραπασχόλησης ενός μηχανήματος όταν απασχολείται σε περισσότερες από μια εργασίες. Η περίπτωση υπεραπασχόληση ενός μηχανήματος αντιμετωπίζεται ανάλογα. Με την καταχώρηση των πληροφοριών των πόρων καταχωρείται και το κόστος αυτών.

Οι υλικοί πόροι είναι τα αναλώσιμα που χρησιμοποιούνται κατά την πρόοδο του έργου. Στο Microsoft Project καταχωρούνται οι υλικοί πόροι για να παρακολουθείται ο ρυθμός κατανάλωσής τους και το κόστος που αναλογεί. Υπάρχει μια συνεχής ενημέρωση για τη συνεχή κατανάλωση των υλικών πόρων της επιχείρησης.

Η απασχόληση και οι υλικοί πόροι αντιστοιχούν στο μεγαλύτερο μέρος του κόστους πολλών έργων. Ο διαχειριστής έργων πρέπει να γνωρίζει το κόστος που σχετίζεται με την απασχόληση και κάθε υλικό πόρο. Για τους ανθρώπινους πόρους είναι πιο δύσκολο να υπάρχουν ανάλογες πληροφορίες γιατί μπορεί να είναι εμπιστευτικές.

γ. Αντιστοίχιση πόρων σε εργασίες

Αντιστοίχιση ονομάζεται ο συνδυασμός ενός πόρου με μια εργασία με στόχο την απασχόληση. Από την πλευρά των εργασιών, η ενέργεια αυτή ονομάζεται αντιστοίχιση εργασίας, ενώ από την πλευρά των πόρων αντιστοίχιση πόρων. Η αντιστοίχιση ενός πόρου σε μια εργασία, επιτρέπει στον διαχειριστή του έργου να παρακολουθεί την πρόοδο του πόρου που ασχολείται με την εργασία αυτή. Επίσης, το Microsoft Project υπολογίζει το κόστος πόρου και εργασίας, εφ' όσον καταχωρηθούν πληροφορίες για το κόστος.

Αφού δημιουργηθεί μια εργασία και πριν γίνει η αντιστοίχιση με έναν πόρο, η εργασία έχει διάρκεια, αλλά δεν έχει καμία τιμή απασχόλησης συνδεδεμένη με αυτήν. Η απασχόληση αντιστοιχεί στο χρονικό διάστημα που χρειάζεται ένας ή περισσότεροι πόροι για να ολοκληρώσουν μια εργασία. Σε πλήρη απασχόληση, ο χρόνος απασχόλησης είναι ίδιος με τη διάρκεια. Η τιμή απασχόλησης διαφέρει από τη διάρκεια μόνο αν γίνει αντιστοίχιση περισσότερων πόρων σε μια εργασία, ή αν ο ένας πόρος που έχει αντιστοιχηθεί δεν εργάζεται με πλήρη απασχόληση. Το Microsoft Project εμφανίζει ταυτόχρονα τιμές για τη διάρκεια, τις μονάδες και την απασχόληση.

Τα στάδια που αναπτύχθηκαν παραπάνω αφορούν το σχεδιάσμά ενός έργου που είναι και η πρώτη φάση της διαχείρισης των έργων. Η επόμενη φάση της διαχείρισης των έργων είναι η παρακολούθηση της προόδου. Παρακολούθηση σημαίνει καταγραφή των λεπτομερειών του έργου, όπως ποιος έκανε την εργασία, πότε εκτελέστηκε αυτή και με ποιο κόστος. Οι λεπτομέρειες αυτές συχνά ονομάζονται πραγματικά δεδομένα. Η παρακολούθηση των πραγματικών δεδομένων έχει ζωτική σημασία για τη σωστή διαχείριση των έργων. Ο διαχειριστής έργων πρέπει να γνωρίζει πόσο καλά αποδίδει η ομάδα και πότε θα λάβει τα απαραίτητα διορθωτικά μέτρα. Το Microsoft Project υποστηρίζει διάφορους τρόπους παρακολούθησης προόδου, ανάλογα με τον επιθυμητό βαθμό λεπτομέρειας ή ελέγχου της επιχείρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΕΩΡΙΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

2.1 Ευθύγραμμα γραφήματα

2.1.1 Το διάγραμμα Gantt

Το διάγραμμα Gantt βασίζεται στην απεικόνιση με ευθύγραμμα τμήματα που αντιστοιχούν στις δραστηριότητες κάθε έργου, το μήκος των οποίων είναι ανάλογο της χρονικής διάρκειας κάθε δραστηριότητας.

Για τη σύνταξη του διαγράμματος Gantt απαιτείται η ανάλυση όλου του έργου στις επί μέρους δραστηριότητες του, ο προσδιορισμός της χρονικής διάρκειας και του κόστους κάθε δραστηριότητας και του απαιτούμενου δυναμικού για την εκτέλεση της. Για την απεικόνιση των δραστηριοτήτων κατασκευάζεται ένα πίνακας στο οποίο τοποθετούνται στην πρώτη στήλη περιγραφικά οι δραστηριότητες που προβλέπεται ότι απαιτούνται για την εκτέλεση ενός έργου, ενώ στην πρώτη γραμμή αναγράφονται οι χρονικές μονάδες μέτρησης (ημέρες, εβδομάδες, μήνες, κ.λ.π.).

Στη συνέχεια σε κάθε γραμμή τοποθετούνται ευθύγραμμα τμήματα με μήκος αντίστοιχο με τη **χρονική διάρκεια κάθε δραστηριότητας**. Στην τελευταία γραμμή μπορούμε να τοποθετήσουμε το κόστος σε κάθε χρονική μονάδα του έργου, προσθέτοντας το κόστος των δραστηριοτήτων σε κάθε στήλη κατακόρυφα.



Σχήμα 1: Διάγραμμα Gantt με χρήση του λογισμικού Microsoft Office Project

Το διάγραμμα Gantt είναι απλό και εύκολο στη χρήση ακόμα και από μη ειδικευμένο προσωπικό. Έχει όμως μειονεκτήματα όπως:

- Δεν εμφανίζει την αλληλεξάρτηση των διαφόρων εργασιών, αφού δεν εξαρτά την αρχή μιας δραστηριότητας με τέλος μιας άλλης. Εξαιρέση αποτελούν τα μικρά διαγράμματα στα οποία η αλληλεξάρτηση είναι εύκολο να προσδιορισθεί. Όμως στα μεγάλα έργα οι εργασίες και οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται είναι εκατοντάδες και κατά συνέπεια δεν είναι εύκολο να προσδιορισθούν και παρασταθούν γραφικά στο διάγραμμα Gantt οι μεταξύ τους αλληλεξαρτήσεις.
- Δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε έργα με πολλές δραστηριότητες ή γενικότερα σε μεγάλα έργα, αφού είναι δύσκολη η παρακολούθηση του από τον επιβλέποντα του έργου.
- Δεν παρέχει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης της κατασκευής με κατάλληλο συνδυασμό χρόνου, δυναμικού και κόστους.

Πολλές φορές οι χρόνοι που υλοποιούνται σε ένα έργο, δεν είναι αυτοί που αρχικά είχαν καθορισθεί. Έτσι συνήθως εμφανίζονται καθυστερήσεις οι οποίες μπορούν να απεικονισθούν στο διάγραμμα Gantt. Επίσης μπορούν να εμφανισθούν οι δαπάνες οι οποίες προβλέπεται να απαιτηθούν για την υλοποίηση του έργου ή ακόμα αυτές που ήδη χρησιμοποιήθηκαν όταν το διάγραμμα ενημερώνεται στη φάση υλοποίησης του έργου.

Για την άρση της αδυναμίας εμφάνισης της αλληλεξάρτησης των διαφόρων δραστηριοτήτων, υπάρχει η δυνατότητα διασύνδεσης των δραστηριοτήτων με βέλη, έτσι ώστε σε κάθε δραστηριότητα να εμφανίζεται στο διάγραμμα ποιες θα είναι οι επόμενες αυτής.



Σχήμα2 : Διασυνδεδεμένο διάγραμμα Gantt

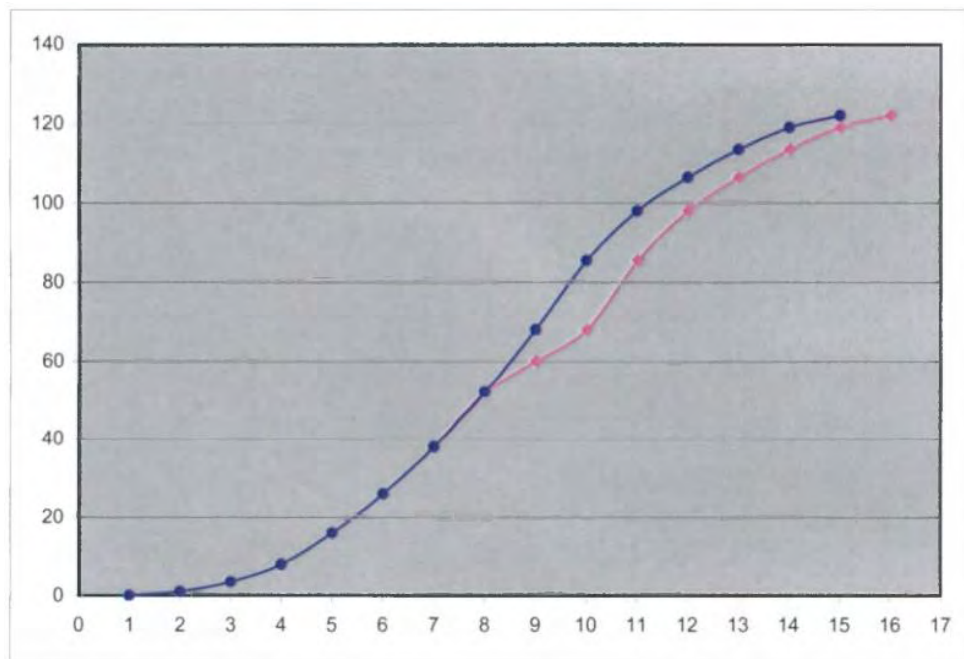
2.1.2 Η καμπύλη S (S Curve)

Η καμπύλη προόδου ή καμπύλη S (S Curve) είναι μια μέθοδος για την αποτύπωση των χρηματορροών που απαιτούνται για την εκτέλεση ενός έργου. Σε ένα σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων στον κατακόρυφο άξονα απεικονίζεται η προγραμματισμένη αξία του έργου (ή άλλα στοιχεία προόδου όπως ο όγκος, η επιφάνεια κ.λ.π.), ενώ στον οριζόντιο ο αντίστοιχος χρόνος.

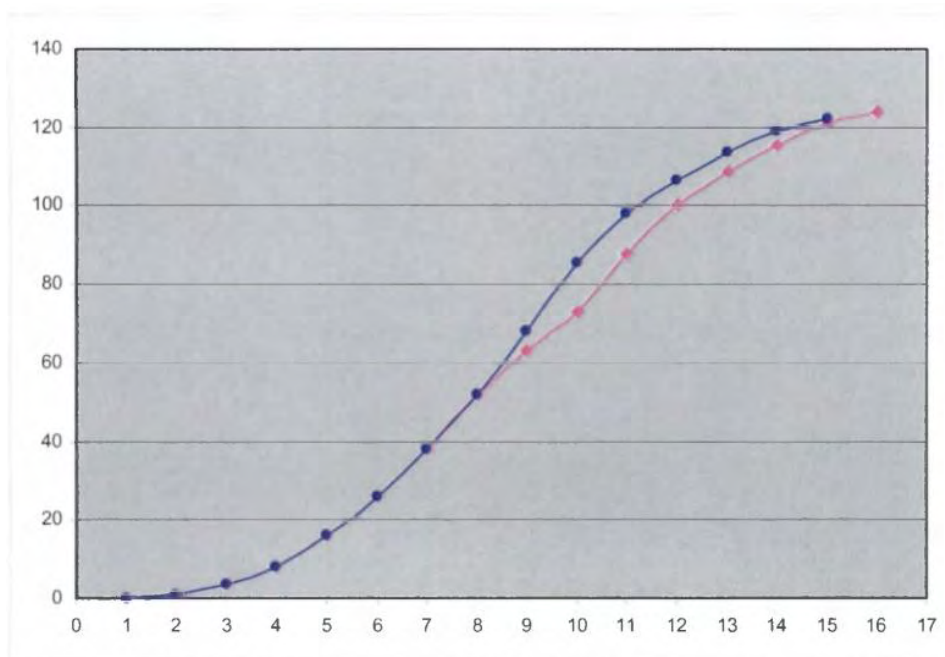
Η καμπύλη έχει τη μορφή S καθώς τα έργα συνήθως ξεκινούν αργά, προχωρούν με ταχύτερους ρυθμούς και στο στάδιο της ολοκλήρωσης ο όγκος των εργασιών φθίνει. Αν υπάρξει χρονική καθυστέρηση κατά την κατασκευή του έργου η καμπύλη S μετατοπίζεται δεξιά.

Οι καμπύλες S χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη των χρηματορροών του έργου. Αν συγκριθούν οι καμπύλες που προκύπτουν για τις θετικές (έσοδα) και τις αρνητικές (έξοδα) χρηματορροές ενός έργου, τότε προκύπτουν τα χρονικά διαστήματα στα οποία θα έχουμε πλεόνασμα ή έλλειμμα στο ταμείο του κατασκευαστή και χρηματοδότη του έργου.

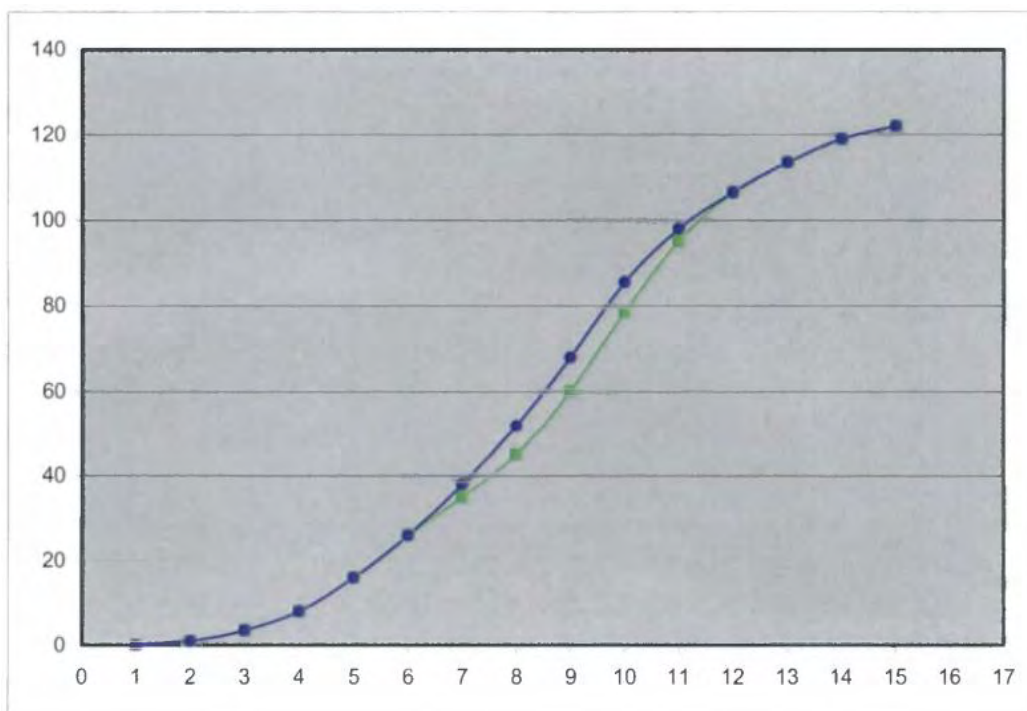
Στην περίπτωση κατά την οποία προκύψει χρονική καθυστέρηση στην κατασκευή του έργου η καμπύλη S μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Στο σχήμα 3.3 φαίνεται η προγραμματισμένη καμπύλη S και η καμπύλη που προκύπτει μετά από χρονική καθυστέρηση. Όμοια και στο σχήμα 3.4 όπου η καθυστέρηση είναι σε κρίσιμη δραστηριότητα του έργου συνεπώς αυξάνεται ο συνολικός χρόνος του. Αντίθετα στο σχήμα 3.5 η δραστηριότητα που είχε καθυστέρηση ήταν μη κρίσιμη και δεν επηρέασε το συνολικό χρόνο εκτέλεσης.



Σχήμα 3: Προγραμματισμένη καμπύλη *S* (μπλε χρώμα) και μετατοπισμένη λόγω χρονικής καθυστέρησης



Σχήμα 4: Μετατόπιση μετά από καθυστέρηση σε κρίσιμη διαδρομή



Σχήμα 5: Μετατόπιση μετά από καθυστέρηση σε μη κρίσιμη διαδρομή

2.2 Δικτυωτός προγραμματισμός έργων

2.2.1 Γενικά

Η δικτυωτή ανάλυση (network analysis) συναντάται κατά την ανάπτυξη της με τις ονομασίες CPM (Critical Path Method) ή PERT (Program Evaluation and Review Technique). Σήμερα θεωρείται μία κοινή τεχνική και ονομάζεται PERT ή CPM. Στην ελληνική ορολογία ονομάζεται δικτυωτός προγραμματισμός ή δικτυωτή ανάλυση αντίστοιχα.

2.2.2 Δικτυωτός προγραμματισμός PERT (ή δικτυωτή ανάλυση CPM)

Οι μέθοδοι του χρονικού προγραμματισμού παρίστανται με τα δικτυωτά διαγράμματα, τα οποία αποτελούν μαθηματικά υποδείγματα όπου περιέχονται οι σχέσεις αλληλεξάρτησης των δραστηριοτήτων ενός έργου. Πριν από τη σύνταξη των δικτυωτών διαγραμμάτων αναλύεται όλο το έργο στις εργασίες ή δραστηριότητες που το απαρτίζουν και μελετάται για κάθε μια ως προς το χρόνο, την αλληλουχία με τις άλλες δραστηριότητες, τα υλικά και το κόστος που απαιτούνται για την κατασκευή της.

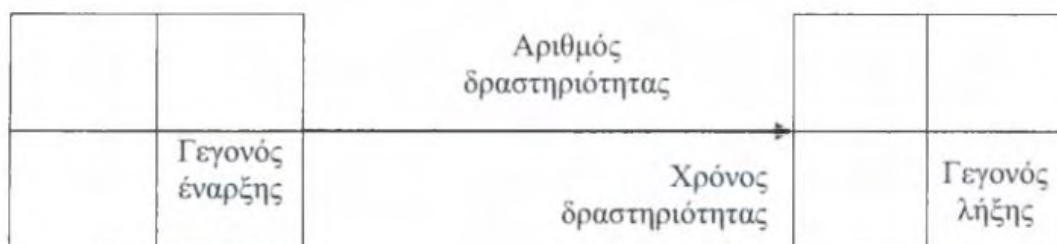
Το δικτυωτό διάγραμμα είναι μια γραφική παράσταση, το οποίο προσδιορίζει μια ροή χρόνου και επιτρέπει τη συμβολική παρουσίαση ενός έργου ως σύνολο των επί μέρους ενεργειών (ή δραστηριοτήτων) λογικά συνδεδεμένων μεταξύ τους. Η δικτυωτή απεικόνιση παρέχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως:

- Περιγράφεται λεπτομερώς η πορεία εκτέλεσης του έργου, αφού απεικονίζονται οι αλληλεξαρτήσεις των φάσεων και των δραστηριοτήτων αυτού. Οι αλληλεξαρτήσεις αυτές δεν είναι δυνατόν να παρασταθούν σε ένα διάγραμμα Gantt. Το διάγραμμα Gantt επιτρέπει μόνο τη στατική και όχι την δυναμική απεικόνιση του έργου.
- Δίνεται η δυνατότητα εκτίμησης των απαιτήσεων του έργου σε πόρους με σχετική ακρίβεια και ο καθορισμός του κόστους κάθε δραστηριότητας.

- Εντοπίζονται οι παρεκκλίσεις των προγραμμάτων και παρέχεται η αντιμετώπισης των συνεπειών τους. Επίσης παρέχεται η αναθεώρησης κάποιου προγράμματος, εφόσον εμφανισθεί πρόβλημα.
- Παρέχεται η δυνατότητα λεπτομερούς σχεδιασμού του έργου πριν από την έναρξη του και πρόβλεψης των επί μέρους ή της συνολικής του διάρκειας. Η εύκολη παρακολούθηση της πορείας εκτέλεσης του έργου και των επί μέρους δραστηριοτήτων, δίνει τη δυνατότητα παρέμβασης, έτσι ώστε να μην ξεπερασθεί ο προγραμματισμένος χρόνος ολοκλήρωσης του έργου.
- Καθίσταται δυνατός ο καθορισμός του απαραίτητου δυναμικού (προσωπικό, μηχανές), η μεταφορά από δραστηριότητα σε δραστηριότητα ανάλογα με τις ανάγκες του έργου και η βελτιστοποίηση του δυναμικού.
- Καθορίζονται οι κρίσιμες δραστηριότητες του έργου, δηλαδή εκείνες οι δραστηριότητες των οποίων η επιμήκυνση ή η επιβράδυνση του χρόνου εκτέλεσης τους επηρεάζει άμεσα τη συνολική διάρκεια εκτέλεσης του έργου.
- Καθίσταται δυνατή η βελτιστοποίηση του κόστους κατασκευής του έργου και ο σεβασμός των περιορισμών σε χρόνο, κόστος και πόρους. Επίσης παρέχεται η δυνατότητα χρήσης εναλλακτικών μεθόδων κάτω από μεταβαλλόμενες απαιτήσεις σε χρόνο και πόρους.

Κάθε δραστηριότητα στο δικτυωτό διάγραμμα σημαίνει εκτέλεση μιας εργασίας η οποία απαιτεί χρόνο, ανεξάρτητα αν απαιτεί ταυτόχρονα δυναμικό ή υλικά και παρίσταται με ένα βέλος το μήκος του οποίου δεν έχει καμία σημασία. Ο επιτυχής υπολογισμός του χρόνου και του κόστους εκτέλεσης μιας δραστηριότητας αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχία του προγραμματισμού στα έργα. Μια σύνθετη δραστηριότητα μπορεί να αναλυθεί σε περισσότερες δραστηριότητες, οι οποίες σχηματίζουν ένα μερικό δικτυωτό γράφημα με δεδομένη ημερομηνία αρχής και πέρας.

Η δραστηριότητα έχει ως αφετηρία ένα γεγονός και τέλος ένα άλλο γεγονός. Ως γεγονός νοείται μια οποιαδήποτε χρονική στιγμή στη διάρκεια εκτέλεσης του έργου. Έτσι, π.χ. η έναρξη εκτέλεσης μιας επί μέρους εργασίας (δραστηριότητας) ονομάζεται γεγονός έναρξης της δραστηριότητας, ενώ η δραστηριότητα τελειώνει στο γεγονός πέρας. Το γεγονός παρίσταται στο δικτυωτό διάγραμμα με ένα τετράγωνο πλαίσιο διαιρεμένο σε 4 ίσα τετραγωνίδια ή με ένα κύκλο διαιρεμένο σε 4 ίσα μεταξύ τους τμήματα.



Σχήμα 6: Παράσταση δραστηριότητας στη μέθοδο PERT

Στην αιχμή του βέλους στο σχήμα 3.6 αναγράφεται ο συνολικά απαιτούμενος χρόνος εκτέλεσης της δραστηριότητας. Στο κάτω δεξιό τετραγωνίδιο εμφανίζονται τα γεγονότα έναρξης και περαίωσης της δραστηριότητας.

2.2.3 Αλληλουχία εκτέλεσης και αλληλεξάρτηση των δραστηριοτήτων

Ισχύουν οι εξής κανόνες για την παράσταση των αλληλεξαρτήσεων:

- Εάν η περάτωση μίας δραστηριότητας είναι προϋπόθεση για την έναρξη μίας άλλης, τότε οι δραστηριότητες μπαίνουν σε σειρά
- Εάν δύο οι περισσότερες δραστηριότητες εκτελούνται ανεξάρτητα το πέρας όμως ή η αρχή τους είναι η αρχή ή το πέρας αντίστοιχα μίας άλλης δραστηριότητας τότε έχουν κοινό τέλος ή κοινή αρχή αντίστοιχα.
- Δύο ή περισσότερες δραστηριότητες μπορούν να εκτελεστούν παράλληλα χωρίς να έχουν μεταξύ τους αλληλεξάρτηση.

2.2.4 Πλασματικές δραστηριότητες (Dummies activities)

Πλασματικές ή μηδενικές δραστηριότητες (Dummies activities) είναι δραστηριότητες μηδενικής διάρκειας που δεν απαιτούν μέσα παραγωγής και χρησιμοποιούνται για να δώσουν τη δυνατότητα της σωστής απεικόνισης του διαγράμματος CPM ή PERT.

2.2.5 Κανόνες σχεδιασμού δικτυωτών διαγραμμάτων

Χρήσιμοι κανόνες που διευκολύνουν τον σχεδιασμό δικτυωτών διαγραμμάτων:

- Κάθε δραστηριότητα συμβολίζεται με ένα βέλος.
- Το γεγονός έναρξης της δραστηριότητας συμβολίζεται με ένα κόμβο στο αριστερό άκρο της δραστηριότητας.
- Το γεγονός πέρατος της δραστηριότητας συμβολίζεται με ένα κόμβο στο δεξιό άκρο της δραστηριότητας.
- Κάθε κόμβος πρέπει να έχει έναν αριθμό, ο οποίος δεν πρέπει να είναι ίδιος με τον αριθμό άλλου κόμβου.
- Ο αριθμός κόμβου στην αρχή κάθε βέλους είναι μικρότερος από τον αριθμό στο τέλος του βέλους. Υπάρχει ένας κόμβος αρχής και ένας κόμβος τέλους σε κάθε διάγραμμα. Δεν επιτρέπεται να δημιουργούνται κλειστοί βρόγχοι, δηλαδή μια δραστηριότητα να οδηγεί σε μια 2η, η οποία στη συνέχεια οδηγεί σε μια 3η το πέρας της οποίας συμπίπτει με τον κόμβο αρχής της πρώτης.
- Το διάγραμμα έχει μια γενική διεύθυνση ροής (κατά κανόνα από τα αριστερά προς τα δεξιά), άρχετε από το γεγονός έναρξης όλου του έργου και τελειώνει στο γεγονός πέρατος.
- Δυο δραστηριότητες δεν μπορούν να έχουν κοινούς κόμβους αρχής και πέρατος. Για να ξεπεράσουμε το πρόβλημα τοποθετούμε μια πλασματική δραστηριότητα.

2.2.6 Κατάρτιση δικτυωτού διαγράμματος

Για την κατάρτιση του δικτυωτού διαγράμματος είναι απαραίτητες οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων του έργου και οι απαιτούμενοι χρόνοι για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων.

- Δρομολόγια:

Δρομολόγιο ονομάζεται κάθε διαδρομή η οποία ακολουθεί τη φορά των βελών, αρχίζει από το γεγονός έναρξης και τελειώνει στο γεγονός πέρατος του έργου. Ένας έλεγχος της χάραξης διαγράμματος είναι σε κανένα δρομολόγιο να μην επανερχόμαστε στο γεγονός έναρξης να μην υπάρχει δηλαδή βρόγχος.

- Αντίστροφα δρομολόγια

Για να ελεγχθεί το διάγραμμα διατρέχεται αντίστροφα ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο οι δραστηριότητες που συγκλίνουν σε κάθε γεγονός έναρξης μίας δραστηριότητας, αποτελούν προϋπόθεση για την έναρξη εκτέλεσής της.

2.2.7 Χρόνοι που εφαρμόζονται στο διάγραμμα

Για τη συμπλήρωση του διαγράμματος απαιτείται ο υπολογισμός ορισμένων χρόνων. Αυτό προϋποθέτει υπολογισμό της συνολικής διάρκειας εκτέλεσης κάθε δραστηριότητας. Οι παρακάτω χρόνοι υπολογίζονται και αναφέρονται στο διάγραμμα.

- Αναμενόμενος χρόνος γεγονότος

Αναμενόμενος χρόνος γεγονότος ή ενωρίτερος δυνατός χρόνος (ES ή Early Start) ονομάζεται ο χρόνος ή η χρονική στιγμή κατά την οποία θα πραγματοποιηθεί ένα γεγονός. Για τον υπολογισμό του αναμενόμενου χρόνου κάθε γεγονότος ορίζουμε κατά αρχήν ως χρόνο 0 το χρόνο έναρξης του γεγονότος. Στη συνέχεια ακολουθώντας την πορεία κάθε δρομολογίου συμπληρώνουμε στο άνω δεξιό τετραγωνίδιο τον αναμενόμενο χρόνο κάθε γεγονότος (ο οποίος συμβολίζεται με t_i , όπου i ο αριθμός του γεγονότος).

Αριθμούμε στο διάγραμμα κατά αύξοντα αριθμό τα γεγονότα αρχής και πέρατος των δραστηριοτήτων και τοποθετούμε τον αριθμό στο κάτω δεξιό τετραγωνίδιο. Συνήθως αρχίζουμε από το 0, αν και το γεγονός αρχής μπορεί να παρασταθεί με το A, ενώ το γεγονός πέρατος με το T.

Εάν υποθέσουμε ότι t_{ij} ο χρόνος εκτέλεσης κάθε δραστηριότητας η οποία έχει αρχή το γεγονός i και πέρας το γεγονός j , υπολογίζουμε τον αναμενόμενο χρόνο του γεγονότος j από τη σχέση:

$$t_j = \max (t_i + t_{ij})$$

$$\text{όπου: } i < j, t_j = 0, 1 < i < n-1, 2 < j < n$$

Έτσι, για κάθε γεγονός j στο οποίο συγκλίνουν περισσότερες από μία δραστηριότητες, ο αναμενόμενος χρόνος είναι ο μεγαλύτερος που προκύπτει εάν στον αναμενόμενο χρόνο αρχής t_i του γεγονότος i , προστεθεί ο χρόνος εκτέλεσης της δραστηριότητας t_{ij} .

Με βάση όσα προαναφέρθηκαν κατασκευάζουμε το διάγραμμα, στο οποίο ορίζουμε τα δρομολόγια με διαφορετική ονομασία, αριθμούμε στο κάτω δεξιό τετραγωνίδιο τα γεγονότα, τοποθετούμε τους χρόνους εκτέλεσης κάθε δραστηριότητας κάτω από κάθε βέλος που αντιστοιχεί σε αυτή και υπολογίζουμε τους αναμενόμενους χρόνους κάθε γεγονότος.

- Οριακός χρόνος γεγονότος

Υπάρχουν ορισμένες δραστηριότητες των οποίων η περαίωση μπορεί να καθυστερήσει, χωρίς να μεταβληθεί ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του έργου. Ως οριακός χρόνος ενός γεγονότος ορίζεται ο βραδύτερος επιτρεπόμενος χρόνος στον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί το γεγονός, χωρίς να μεταβληθεί ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης του έργου, ενώ ονομάζεται και βραδύτερος δυνατός χρόνος πραγματοποίησης του γεγονότος (LS, ή Late Start). Ο οριακός χρόνος αναγράφεται στο άνω αριστερά τετραγωνίδιο κάθε γεγονότος και για τον υπολογισμό του ακολουθείται αντίστροφη πορεία από εκείνη με την οποία υπολογίστηκε ο αναμενόμενος χρόνος.

Ξεκινούμε από το τελευταίο γεγονός (ή το γεγονός πέρατος) του οποίου ο οριακός χρόνος είναι ίσος με τον αναμενόμενο και κινούμενοι από τα δεξιά προς τα αριστερά, υπολογίζουμε για κάθε γεγονός i τον οριακό χρόνο t'_i ή από την παρακάτω σχέση. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αντίρροπος υπολογισμός.

$$t'_i = \min (t'_j + t_{ji})$$

$$\text{όπου: } i < j, t'_i = 0, 1 < i < n-1, 2 < j < n$$

Η διαφορά του οριακού μείον τον αναμενόμενο χρόνο ενός γεγονότος δηλαδή $(t'_j - t_j)$, ονομάζεται διακύμανση χρόνου ή χρονικό περιθώριο R_j του γεγονότος και αναγράφεται στο κάτω αριστερά τετραγωνίδιο. Η διακύμανση χρόνου είναι το χρονικό διάστημα στο οποίο μπορεί να

μετατοπισθεί ένα γεγονός χωρίς να μεταβληθεί ο τελικός χρόνος του έργου. Προφανώς στις περιπτώσεις που ο αναμενόμενος ισούται με τον οριακό χρόνο η διακύμανση είναι μηδενική.

- Αναμενόμενος και οριακός χρόνος δραστηριοτήτων

Οι προαναφερθέντες στις προηγούμενες παραγράφους χρόνοι αφορούσαν τα γεγονότα ενός διαγράμματος. Παρόμοια ορίζουμε για τις δραστηριότητες τους εξής χρόνους:

- 1) Αναμενόμενος χρόνος ή ενωρίτερος δυνατός χρόνος έναρξης (ES ή Early Start) μιας δραστηριότητας t_y είναι ο αναμενόμενος χρόνος ή του γεγονότος έναρξης της δραστηριότητας.
- 2) Ο αναμενόμενος χρόνος πέρατος μιας δραστηριότητας (ij) ισούται με το άθροισμα ($t_j + t_y$).
- 3) Ο οριακός χρόνος πέρατος της δραστηριότητας ισούται με τον οριακό χρόνο ή του γεγονότος πέρατος της δραστηριότητας.
- 4) Ο οριακός χρόνος έναρξης της δραστηριότητας ισούται με την διαφορά ($t_j - t_y$).
- 5) Ο μέγιστος διαθέσιμος χρόνος για την εκτέλεση της δραστηριότητας ισούται με την διαφορά ($t_j - t_y$).

- Κρίσιμο δρομολόγιο

Οι δραστηριότητες των οποίων τα γεγονότα αρχής και πέρατος έχουν μηδενική διακύμανση, ονομάζονται κρίσιμες δραστηριότητες και κάθε δρομολόγιο το οποίο απαρτίζεται από κρίσιμες δραστηριότητες, ονομάζεται κρίσιμο δρομολόγιο. Κάθε επιμήκυνση του χρόνου εκτέλεσης των κρίσιμων δραστηριοτήτων έχει ως αποτέλεσμα την ίση επιμήκυνση του συνολικού χρόνου εκτέλεσης του έργου.

Επίσης, το άθροισμα των χρόνων των δραστηριοτήτων ενός κρίσιμου δρομολογίου είναι ίσο με τον συνολικό χρόνο εκτέλεσης του έργου. Σε κάθε δικτυωτό διάγραμμα υπάρχει τουλάχιστον ένα κρίσιμο δρομολόγιο. Το κρίσιμο δρομολόγιο έχει ιδιαίτερη σημασία για την εξέλιξη του έργου αφού κάθε μεταβολή του επηρεάζει όλο το έργο.

- Ανοχές δραστηριοτήτων

Κάθε μη κρίσιμη δραστηριότητα έχει πάντοτε δυνατότητα για ορισμένη επιμήκυνση του χρόνου εκτέλεσης της, χωρίς να επηρεάζεται ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης του έργου. Ο χρόνος που αντιστοιχεί στην επιμήκυνση αυτή, ονομάζεται ανοχή της δραστηριότητας.

Οι ανοχές κάθε δραστηριότητας διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

- 1) Ελεύθερη ανοχή ή ελεύθερο χρονικό περιθώριο (Free float, FFy): Ισούται με την διαφορά ($t_j - t_y$) και δείχνει το χρόνο που μπορεί να καθυστερήσει η περάτωση μιας δραστηριότητας, χωρίς να επηρεασθούν οι υπόλοιπες. Δηλαδή: $FFy = t_j - t_y$ ή $FFy = ES_j - ES_y$
- 2) Βεβαία ή ανεξάρτητη ανοχή ή ανεξάρτητο χρονικό περιθώριο (Independent float, INDFj). Ισούται με την διαφορά ($t_j - t_y$) και δείχνει το χρονικό διάστημα κατά το οποίο είναι δυνατόν να υπερβληθεί ο χρόνος εκτέλεσης μιας δραστηριότητας, χωρίς να επηρεάζονται οι υπόλοιπες. Η βεβαία ανοχή υφίσταται εφόσον οι αναμενόμενοι και οι οριακοί χρόνοι των γεγονότων έναρξης και πέρατος της δραστηριότητας υπολογίσθηκαν με βάση τους χρόνους άλλων δραστηριοτήτων και όχι της ίδιας δραστηριότητας. Δηλαδή: $INDFj = t_j - t_y$ ή $INDFj = ES_j - LS_j$
- 3) Συνολική ανοχή ή ολικό χρονικό περιθώριο (Total float, TFy): Ισούται με τη διαφορά ($t_j - t_y$) και δείχνει το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κατά το οποίο είναι δυνατόν να υπερβληθεί ο χρόνος εκτέλεσης μιας δραστηριότητας χωρίς επιμήκυνση του συνολικού χρόνου του έργου. Όταν εξαντληθεί η συνολική ανοχή από μια δραστηριότητα, τότε οι επόμενες γίνονται κρίσιμες. Οι κρίσιμες δραστηριότητες έχουν συνολική ανοχή μηδενική. Δηλαδή: $TFj = t_j - t_j$ ή $TFj = LS_j - ES_j$

2.2.8 Έλεγχος της πορείας κατασκευής ενός έργου με τη βοήθεια του δικτυωτού

διαγράμματος

Οι χρόνοι οι οποίοι υπολογίζονται εκ των προτέρων για το δικτυωτό διάγραμμα, σπάνια τηρούνται κατά την υλοποίηση του έργου. Πολλοί λόγοι επιφέρουν καθυστέρηση στο χρόνο εκτέλεσης πολλών δραστηριοτήτων, με αποτέλεσμα να επέρχεται μια γενικότερη μεταβολή στο πρόγραμμα εκτέλεσης του έργου, κάτι που δημιουργεί προβλήματα στην όλη οργάνωσή του.

Όταν οι μεταβολές πέραν των αυξήσεων στο χρόνο δεν επιφέρουν αλλαγές στην υπόλοιπη δομή και τις αλληλεξαρτήσεις ανάμεσα στις δραστηριότητες το προκύπτον διάγραμμα παραμένει αναλλοίωτο. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις πέραν των χρονικών αλλαγών υπάρχει η πιθανότητα μεταβολής στην αλληλεξάρτηση μεταξύ των δραστηριοτήτων ή ακόμα η προσθήκη νέων δραστηριοτήτων. Τότε το προκύπτον διάγραμμα ονομάζεται αλλοιωμένο διάγραμμα.

3.2.9 Ανάλυση του κόστους του έργου

Η διάκριση η οποία συνήθως γίνεται στις επιχειρήσεις αναφορικά με το συνολικό κόστος που βαρύνει την παραγωγή, είναι σε δυο κατηγορίες: ι) στο άμεσο κόστος που περιλαμβάνει τις δαπάνες εκτέλεσης των δραστηριοτήτων του έργου και αφορούν έξοδα για το προσωπικό, τον μηχανολογικό εξοπλισμό, τις αποσβέσεις του εξοπλισμού και όποια άλλη δαπάνη βαρύνει την επιχείρηση για την εκτέλεση κάθε συγκεκριμένης εργασίας ή δραστηριότητας, ü) Στο έμμεσο κόστος στο οποίο περιλαμβάνονται τα γενικά έξοδα κάθε επιχείρησης ή κάθε εργοταξίου, όταν μελετούμε τεχνικό έργο, που γίνονται όχι για τις ανάγκες κάθε συγκεκριμένης εργασίας, αλλά για το σύνολο του έργου.

Για κάθε δραστηριότητα υπάρχει ένας βέλτιστος χρόνος στον οποίο το διατιθέμενο δυναμικό παρουσιάζει τον μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης και συνεπώς στον χρόνο αυτό το κόστος για την εκτέλεση της δραστηριότητας είναι το μικρότερο δυνατό. Κάθε αύξηση ή μείωση του χρόνου εκτέλεσης της δραστηριότητας πέραν του βέλτιστου με το ίδιο δυναμικό, θα προκαλέσει αύξηση του κόστους της δραστηριότητας.

2.2.10 Άμεσο κόστος

Το άμεσο κόστος είναι συνάρτηση του χρόνου εκτέλεσης της δραστηριότητας. Όταν η δραστηριότητα εκτελεσθεί σε ιδανικές συνθήκες χρόνου, τότε το άμεσο κόστος γίνεται το ελάχιστο δυνατό. Κάθε μείωση ή αύξηση του χρόνου εκτέλεσης της δραστηριότητας πέραν του βέλτιστου θα προκαλέσει αύξηση του κόστους της δραστηριότητας.

3.2.11 Έμμεσο κόστος

Η σχέση του έμμεσου κόστους κάθε δραστηριότητας με τον χρόνο εκτέλεσης της είναι διαφορετική από εκείνη του άμεσου. Όπως προαναφέρθηκε, το έμμεσο κόστος προκαλείται από τα γενικά έξοδα της επιχείρησης, τα οποία φαινομενικά τουλάχιστον δεν έχουν άμεση σχέση με τις δαπάνες που αφορούν κάθε εργασία ή δραστηριότητα. Έτσι, π.χ. τα έξοδα για τα ενοίκια των γραφείων της επιχείρησης, οι τόκοι δανείων που οφείλει προς τις τράπεζες, τα γενικά έξοδα οργάνωσης της, επιβαρύνουν συνολικά το έργο, χωρίς όμως να επιμερίζονται από την αρχή σε κάθε δραστηριότητα. Είναι όμως προφανές, ότι τα έμμεσα έξοδα είναι τόσο μεγαλύτερα, όσο περισσότερο διαρκεί η ολοκλήρωση του έργου.

2.3 Κατά κόμβους προσανατολισμένα δικτυωτά γραφήματα (Μέθοδος MPM)

2.3.1 Γενικά

Στη μέθοδο MPM τα δικτυωτά γραφήματα δεν συμβολίζουν δραστηριότητες, αλλά δείχνουν τις σχέσεις μεταξύ δραστηριοτήτων, οι οποίες απεικονίζονται με κόμβους, ενώ η αλληλουχία τους με βέλη. Το μήκος του βέλους εκφράζει μια χρονική διάρκεια, που συνδέει τις χρονικές στιγμές έναρξης των δυο δραστηριοτήτων.

Με τη μέθοδο αυτή, αντί να προσδιορισθούν οι χρονικές στιγμές των γεγονότων που εκφράζουν οι κόμβοι, υπολογίζονται οι χρονικές στιγμές έναρξης των δραστηριοτήτων. Δεν υπάρχουν πλασματικές δραστηριότητες υπό μορφή διακεκομμένων βελών, ο αριθμός των κόμβων του δικτύου είναι ίσος με τον αριθμό των δραστηριοτήτων και ο αριθμός των βελών είναι ίσος με τους περιορισμούς.

Έτσι, οι προκύπτοντες υπολογισμοί είναι λιγότεροι, ενώ ένα άλλο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι η προσθήκη μιας νέας εργασίας ή ενός νέου περιορισμού συμπληρώνει το υπάρχον δίκτυο, χωρίς να συμπληρώνει το σχεδιασμένο δίκτυο, κάτι που δεν γίνεται στη μέθοδο CPM, όπου οι προσθήκες αυτές μεταβάλλουν σημαντικά το δίκτυο.

Στα τετραγωνίδια των κόμβων αναγράφονται τα χρονικά στοιχεία των δραστηριοτήτων.

- Κωδικός ή ονομασία δραστηριότητας
- Χρονική διάρκεια δραστηριότητας
 - 1) ES = Ενωρίτερος δυνατός χρόνος αρχής
 - 2) EF = Ενωρίτερος δυνατός χρόνος πέρατος
 - 3) LS = Βραδύτερος επιτρεπόμενος χρόνος αρχής
 - 4) LF = Βραδύτερος επιτρεπόμενος χρόνος πέρατος
 - 5) TF = Ολικό χρονικό περιθώριο δραστηριότητας
 - 6) FF = Ελεύθερο χρονικό περιθώριο δραστηριότητας

Δραστηριότητα	Κωδικός	Διάρκεια
ES	EF	TF
LS	LF	FF

Σχήμα 7: Κόμβοι στα διαγράμματα MPM

2.3.2 Σχέσεις αλληλουχίας των δραστηριοτήτων

Οι δραστηριότητες συνδέονται με σχέσεις αλληλουχίας που συμβολίζονται με βέλη. Τέτοιες σχέσεις είναι οι:

- Σχέσεις Αρχής - Αρχής (Start - Start) ή SS_{ij} όταν η επόμενη δραστηριότητα j δε μπορεί να ξεκινήσει αν δεν παρέλθει χρόνος SS_{ij}, μετά την αρχή της προηγούμενης i. Ο χρόνος SS_{ij} ονομάζεται και χρονική υστέρηση (lag). Η διάρκειά του σε σχέση με τη διάρκεια της i μπορεί να είναι ίση, μεγαλύτερη (αναμονή) ή μικρότερη (επιμερισμός της i) ή και να είναι 0 (σύγχρονη έναρξη).
- Σχέσεις Τέλους - Τέλους (Finish - Finish) ή FF_{ij} όταν η επόμενη δραστηριότητα j δε μπορεί να τελειώσει αν δεν παρέλθει χρόνος FF_{ij} μετά το τέλος της προηγούμενης i.

- Σχέσεις Τέλους - Αρχής (Finish - Start) ή FSy όταν η επόμενη δραστηριότητα j δε μπορεί να ξεκινήσει αν δεν παρέλθει χρόνος FSy μετά το τέλος της προηγούμενης i.
- Σχέσεις Αρχής - Τέλους (Start - Finish) ή SFy όταν η επόμενη δραστηριότητα (j) δε μπορεί να τελειώσει αν δεν παρέλθει χρόνος SFy μετά την αρχή της προηγούμενης i.
- Σύνθετη σχέση Αρχής - Αρχής και Τέλους - Τέλους. Ανάμεσα σε δυο δραστηριότητες μπορούν να ισχύουν περισσότερες από μία απλές σχέσεις αλληλουχίας. Η επόμενη δραστηριότητα j δε μπορεί να ξεκινήσει αν δεν παρέλθει χρόνος SSy μετά την αρχή της προηγούμενης i και δε μπορεί να τελειώσει αν δεν παρέλθει χρόνος FFy μετά το τέλος της προηγούμενης i.

2.3.3 Κανόνες σχεδιασμού του γραφήματος MPM

Ανάλογα με τους κανόνες σχεδίασης των δικτυωτών γραφημάτων CPM υπάρχουν κανόνες σχεδίασης των γραφημάτων MPM. Συνοπτικά οι κανόνες αυτοί είναι:

- Οι δραστηριότητες απεικονίζονται με κόμβους και οι σχέσεις αλληλουχίας με βέλη. Τόσο το μήκος του βέλους, όσο και το σχήμα του κόμβου εξυπηρετούν
- σχεδιαστικές ανάγκες και δεν απεικονίζουν κάποιο φυσικό μέγεθος.
- Το γράφημα σχεδιάζεται κατά κανόνα από αριστερά προς τα δεξιά.
- Υπάρχει ένας αρχικός κόμβος μετά τον οποίο ακολουθούν οι υπόλοιποι και ένας τελικός από τον οποίο προηγούνται οι άλλοι κόμβοι.
- Εάν υπάρχουν περισσότερες από μια δραστηριότητες, οι οποίες μπορούν να αρχίσουν να εκτελούνται παράλληλα, τότε το δικτυωτό διάγραμμα αρχίζει από μια πλασματική δραστηριότητα μηδενικής χρονικής διάρκειας, της οποίας ακολουθούν οι δραστηριότητες αυτές. Αντίστοιχα μπορούμε να θεωρήσουμε μια πλασματική δραστηριότητα μηδενικής διάρκειας, η οποία έπεται όλων των υπολοίπων δραστηριοτήτων του έργου, έτσι ώστε το δικτυωτό διάγραμμα να καταλήγει σε ένα μόνο κόμβο.
- Δεν επιτρέπονται κλειστές δραστηριότητες (loops), ούτε ανεξάρτητες δραστηριότητες, δηλαδή χωρίς επόμενη δραστηριότητα, εκτός της δραστηριότητας που ταυτίζεται με το τέλος του έργου.
- Δεν επιτρέπονται ανεξάρτητες σχέσεις αλληλουχίας, δηλαδή πού δεν συνδέονται και στα δυο άκρα τους με κάποια δραστηριότητα.

2.3.4 Επίλυση του δικτυωτού γραφήματος MPM

Για κάθε δραστηριότητα i στο δικτυωτό διάγραμμα MPM υπάρχουν οι εξής χρόνοι:

ESi = Ενωρίτερος δυνατός χρόνος έναρξης της δραστηριότητας i (Early start).

EFi = Ενωρίτερος δυνατός χρόνος πέρατος της δραστηριότητας i (Early finish).

LSi = Βραδύτερος δυνατός χρόνος έναρξης της δραστηριότητας i (Late start).

LFi = Βραδύτερος δυνατός χρόνος πέρατος της δραστηριότητας i (Late finish).

Οι χρόνοι του διαγράμματος MPM υπολογίζονται με τον ομόρροπο και τον αντίρροπο υπολογισμό, όπως στη μέθοδο CPM. Για τους ενωρίτερους δυνατούς χρόνους όλων των δραστηριοτήτων χρησιμοποιούμε τον ομόρροπο υπολογισμό. Ξεκινούμε από τον αρχικό κόμβο για τον οποίο θεωρούμε ότι ο ενωρίτερος δυνατός χρόνος έναρξης είναι ίσος με μηδέν ή ίδιος με την επιθυμητή ημερομηνία έναρξης του έργου. Για τον υπολογισμό των ενωρίτερου δυνατού χρόνου έναρξης μιας δραστηριότητας κόμβου θα πρέπει να υπολογίσουμε τον ενωρίτερο δυνατό χρόνο εκτέλεσης των δραστηριοτήτων, οι οποίες προηγούνται αυτής.

Ο ενωρίτερος δυνατός χρόνος έναρξης της δραστηριότητας j (ESj) είναι η μέγιστη τιμή η οποία θα προκύψει από τους 4 παρακάτω τύπους, οι οποίοι συνδέουν την j με κάθε δραστηριότητα k που προηγείται αυτής.

$$ES_j = \max$$

1. $EF_k + FS_{kj}$ για σχέσεις Τέλους - Αρχής
2. $ES_k + SS_{kj}$ για σχέσεις Αρχής - Αρχής
3. $EF_k + FF_{kj} - T_j$ για σχέσεις Τέλους - Τέλους
4. $ES_k + SF_{kj} - T_j$ για σχέσεις Αρχής - Τέλους

Εάν η σχέση αλληλουχίας μιας δραστηριότητας k με την δραστηριότητα j είναι σύνθετη, π.χ. σχέση Αρχής - Αρχής και Τέλους - Τέλους, ο υπολογισμός γίνεται με τους τύπους:

$$ES_j = ES_k + SS_{jk} \text{ για την σχέση Αρχής - Αρχής}$$

$$ES_j = EF_k + FF_{jk} - T_j \text{ για την σχέση Τέλους - Τέλους}$$

Ο ενωρίτερος δυνατός χρόνος πέρατος κάθε δραστηριότητας προκύπτει εάν προσθέσουμε στον ενωρίτερο δυνατό χρόνο έναρξης κάθε δραστηριότητας τη χρονική διάρκεια της δραστηριότητας. Δηλαδή:

$$EF_j = ES_j + T_j$$

Στον αντίρροπο υπολογισμό η αρχή γίνεται από τον τελικό κόμβο του δικτυωτού γραφήματος και υπολογίζεται η τιμή LF_j , δηλαδή ο βραδύτερος δυνατός χρόνος πέρατος τον οποίο θεωρούμε ίσο με τον ενωρίτερο δυνατό χρόνο πέρατος. Για τον υπολογισμό της τιμής LF_j της δραστηριότητας], υπολογίζεται ο βραδύτερος δυνατός χρόνος για όλες τις δραστηριότητες οι οποίες έπονται αυτής.

Για κάθε δραστηριότητα m η οποία έπεται της j και για κάθε σχέση αλληλουχίας η οποία συνδέει τις δραστηριότητες j και m , ισχύει μια από τις παρακάτω σχέσεις:

$$LF_j = \min$$

- 1) $LS_m - FS_{jm}$ για σχέσεις Τέλους - Αρχής
- 2) $LS_m - SS_{jm} + T_j$ για σχέσεις Αρχής - Αρχής
- 3) $LF_m - FF_{jm}$ για σχέσεις Τέλους - Τέλους
- 4) $LF_m - SF_{jm} + T_j$ για σχέσεις Αρχής - Τέλους

Εάν η σχέση αλληλουχίας μιας δραστηριότητας m με την δραστηριότητα j είναι σύνθετη, π.χ. σχέση Αρχής - Αρχής και μια Τέλους - Τέλους, ο υπολογισμός γίνεται με τους τύπους:

$$LS_j = LS_m - SS_{jm} + T_j \text{ για την σχέση Αρχής - Αρχής}$$

$$LF_j = LF_m + FF_{jm} \text{ για την σχέση Τέλους - Τέλους}$$

Ο βραδύτερος δυνατός χρόνος έναρξης κάθε δραστηριότητας προκύπτει αφαιρώντας από τον βραδύτερο δυνατό χρόνο πέρατος κάθε δραστηριότητας τη χρονική διάρκεια της δραστηριότητας. Δηλαδή:

$$LS_j = LF_m - T_j$$

2.3.5 Χρονικά περιθώρια ή ανοχές

Όπως και στη μεθοδολογία CPM, η δυνατότητα καθυστέρησης του τέλους ή της έναρξης μιας δραστηριότητας χωρίς να επηρεασθεί η συνολική διάρκεια εκτέλεσης του έργου, ονομάζεται χρονικό περιθώριο (float) ή ανοχή. Το ολικό και το ελεύθερο χρονικό περιθώριο της δραστηριότητας ορίζεται όπως και στην περίπτωση των κατά βέλη δικτυωτών διαγραμμάτων.

- Ολικό περιθώριο (Total float)

Είναι το χρονικό διάστημα που μπορεί να καθυστερήσει το τέλος μιας δραστηριότητας χωρίς να προκληθεί καθυστέρηση στη συνολική διάρκεια του έργου και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$TF_j = LS_j - ES_j = LF_j - EF_j$$

- Ελεύθερο χρονικό περιθώριο (Free float)

Είναι το χρονικό διάστημα που μπορεί να καθυστερήσει το τέλος μιας δραστηριότητας χωρίς να προκληθεί καθυστέρηση στη συνολική διάρκεια του έργου και χωρίς να προκληθεί καθυστέρηση στους προγραμματισμένους ενωρίτερους χρόνους έναρξης των υπολοίπων δραστηριοτήτων. Το ελεύθερο χρονικό περιθώριο κάθε δραστηριότητας προκύπτει με ανάλογο τρόπο με αυτό που ακολουθείται για τον υπολογισμό του βραδύτερου χρόνου πέρατος. Για κάθε δραστηριότητα m η οποία έπεται της δραστηριότητας j και για κάθε τύπο σχέσης αλληλουχίας που συνδέει τις δραστηριότητες αυτές, το ελεύθερο χρονικό περιθώριο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$FF_j = \min$$

- 1) $ES_m - EF_j - FS_{jm}$ για σχέσεις Τέλους - Αρχής
- 2) $ES_m - ES_j - SS_{jm}$ για σχέσεις Αρχής - Αρχής
- 3) $ES_m - EF_j - FF_{jm}$ για σχέσεις Τέλους - Τέλους
- 4) $ES_m - ES_j - SF_{jm}$ για σχέσεις Αρχής - Τέλους

2.3.6 Διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου MPM σε ένα έργο

Η διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου MPM στο προγραμματισμό ενός έργου είναι παρόμοια με εκείνη η οποία εφαρμόζεται στη μέθοδο CPM. Συνοπτικά και κατά βήματα η διαδικασία έχει ως εξής:

- 1) 1) Γίνεται η καταγραφή των δραστηριοτήτων από τις οποίες αποτελείται το έργο και η εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου για την εκτέλεση τους.
- 2) 2. Προσδιορίζονται οι σχέσεις αλληλουχίας μεταξύ των δραστηριοτήτων.
- 3) 3. Γίνεται η σχεδίαση του διαγράμματος και η αρίθμηση των βελών και των κόμβων.
- 4) 4. Γίνεται ο υπολογισμός των ενωρίτερων δυνατών χρόνων έναρξης των δραστηριοτήτων με τον ομόρροπο υπολογισμό του διαγράμματος.
- 5) 5. Γίνεται ο υπολογισμός των ενωρίτερων δυνατών χρόνων πέρατος των δραστηριοτήτων.
- 6) 6. Γίνεται ο υπολογισμός των βραδύτερων δυνατών χρόνων πέρατος των δραστηριοτήτων με αντίρροπο υπολογισμό.
- 7) 7. Γίνεται ο υπολογισμός των βραδύτερων δυνατών χρόνων έναρξης των δραστηριοτήτων
- 8) 8. Γίνεται ο υπολογισμός των ολικών και των ελεύθερων χρονικών περιθωρίων των δραστηριοτήτων.
- 9) 9. Συντάσσεται ο πίνακας με τα χρονικά στοιχεία των δραστηριοτήτων και προσδιορίζονται οι κρίσιμες δραστηριότητες και τα κρίσιμα δρομολόγια του δικτυωτού διαγράμματος.
- 10) 10. Ο Σχεδιάζεται το ευθύγραμμο διάγραμμα Gantt με βάση τον ενωρίτερο δυνατό χρόνο έναρξης των δραστηριοτήτων.

2.3.7 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της MPM

Τα **πλεονεκτήματα** της μεθόδου MPM συνοπτικά είναι τα εξής:

- Υπάρχει η δυνατότητα αποφυγής χρήσης των πλασματικών δραστηριοτήτων.
- Δίνει τη δυνατότητα απεικόνισης με ευκολία πολύπλοκων σχέσεων αλληλουχίας των δραστηριοτήτων.
- Είναι σχετικά απλό όταν έχει λίγους κόμβους και βέλη σε σχέση με το CPM.

Τα **μειονεκτήματα** είναι τα εξής:

- Η επίλυση του είναι περισσότερο πολύπλοκη από την αντίστοιχη του γραφήματος CPM.

- Κάθε κακή εκτίμηση της χρονικής διάρκειας εκτέλεσης μιας δραστηριότητας θα έχει ως αποτέλεσμα την μεταβολή όλου του έργου και πιθανόν της κρίσιμης διαδρομής.
- Δεν υπάρχει σαφής εποπτεία των αλληλουχιών των δραστηριοτήτων του έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΕΧΝΙΚΟ ΈΡΓΟ: «ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΑΔΑ ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ “ΚΟΥΚΟΣ” ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΡΕΒΕΖΑΣ»

3.1 Αντικείμενο μελέτης - ορισμοί

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά την Οριστική Μελέτη του έργου: **«ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΑΔΑ ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ “ΚΟΥΚΟΣ” ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΡΕΒΕΖΑΣ»**

Φορέας Διαχείρισης του εν λόγω Χ.Α.Δ.Α. είναι ο **Δήμος Πρέβεζας**, πρωτεύουσα του Νομού Πρέβεζας της Περιφέρειας Ηπείρου.

Η μελέτη έχει συνταχθεί σύμφωνα με τις σύγχρονες επιστημονικές τεχνικές αντιλήψεις και είναι σύμφωνη με:

- Την ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β/22-12-2003) «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης.»
- Την ΚΥΑ 114218/97 (ΦΕΚ 1016/Β/97): «Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων»
- Την Εγκύκλιο Α.Π. οικ.109974/3106 / ΥΠΕΧΩΔΕ «Πρότυπες Προδιαγραφές Τεχνικής Μελέτης Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (Χ.Α.Δ.Α.)»
- Την Εγκύκλιο Α.Π. οικ. 103731 / 1278 / 5-5-04 (Ορθή Επανάληψη 13-5-2004) «Εφαρμογή νομοθεσίας για τη διαχείριση μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων»
- Την Εγκύκλιο Α.Π. οικ. 135977 /5051 /14-12-2005 ΥΠΕΧΩΔΕ με τίτλο: «Πρότυπες Οριστικές Μελέτες Έργων Αποκατάστασης Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (Χ.Α.Δ.Α.)»
- Το λοιπό ισχύον σχετικό θεσμικό πλαίσιο

Ειδικότερα, με την Εγκύκλιο Α.Π. οικ.109974/3106 / ΥΠΕΧΩΔΕ έχουν θεσπιστεί οι ακόλουθες κατηγορίες Χ.Α.Δ.Α.:

ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
≤ 35	Κατηγορία 0 ή 0 ^η Κατηγορία
36-69	Κατηγορία 1 ή 1 ^η Κατηγορία
70-89	Κατηγορία 2 ή 2^η Κατηγορία
≥ 90	Κατηγορία 3 ή 3 ^η Κατηγορία

Πίνακας 1: Βαθμός επικινδυνότητας και κατηγορίες χ.α.δ.α. βάσει της εγκυκλίου α.π. οικ.109974/3106 / ΥΠΕΧΩΔΕ

Ο εν λόγω Χ.Α.Δ.Α. σύμφωνα με την με αριθμό πρωτοκόλλου **2156/15-05-2009** **άδεια αποκατάστασης** συγκεντρώνει **72 βαθμούς** επικινδυνότητας, επομένως κατατάσσεται στη **2^η** κατηγορία έργων αποκατάστασης.

3.2 Θέση του έργου

Ο εν λόγω Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (Χ.Α.Δ.Α.), βρίσκεται στη θέση «Κούκος» της Τ.Κ. Νικοπόλεως της Δ.Ε. Πρέβεζας του Καλλικρατικού Δήμου Πρέβεζας.

Η ακριβής θέση του, προσδιορισμένη με συντεταγμένες κατά Ε.Γ.Σ.Α. 87, παρουσιάζεται στο συνημμένο στο Παράρτημα της παρούσας τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1:500 με αριθμό σχεδίου Τ1.

Πρόκειται για δημοτική έκταση με συνολικό εμβαδόν περί τα 74 στρέμματα (73.550,40 m² σύμφωνα με το συνημμένο τοπογραφικό) από τα οποία η ρυπασμένη επιφάνεια, η οποία και θα αποκατασταθεί, ανέρχεται σε 32 στρέμματα περίπου (περιοχή που περικλείεται από το πολύγωνο 1-2-3-....-29-1 του εν λόγω τοπογραφικού διαγράμματος και αντιστοιχεί σε έκταση εμβαδού 31.991,026 m²). Η μορφολογία του εν λόγω Χ.Α.Δ.Α. δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα του τρόπου διάθεσης των απορριμμάτων και του φυσικού εποικισμού με το πέρασμα του χρόνου.

Ο χώρος βρίσκεται δυτικά του οικισμού Μιχαλιτσίου και σε ευθεία απόσταση περί τα 1.200 m από τα όρια του οικισμού και βόρεια του οικισμού της Νικόπολης σε απόσταση απ' αυτόν περίπου 1.000 m επί κατόψεως. Η πρόσβαση στον Χ.Α.Δ.Α. γίνεται μέσω ασφαλτοστρωμένης οδού που εφάπτεται στο δυτικό του τμήμα και συνδέει τον οικισμό Μιχαλιτσίου με την παραλιακή οδό Πρέβεζας – Μονολιθίου.

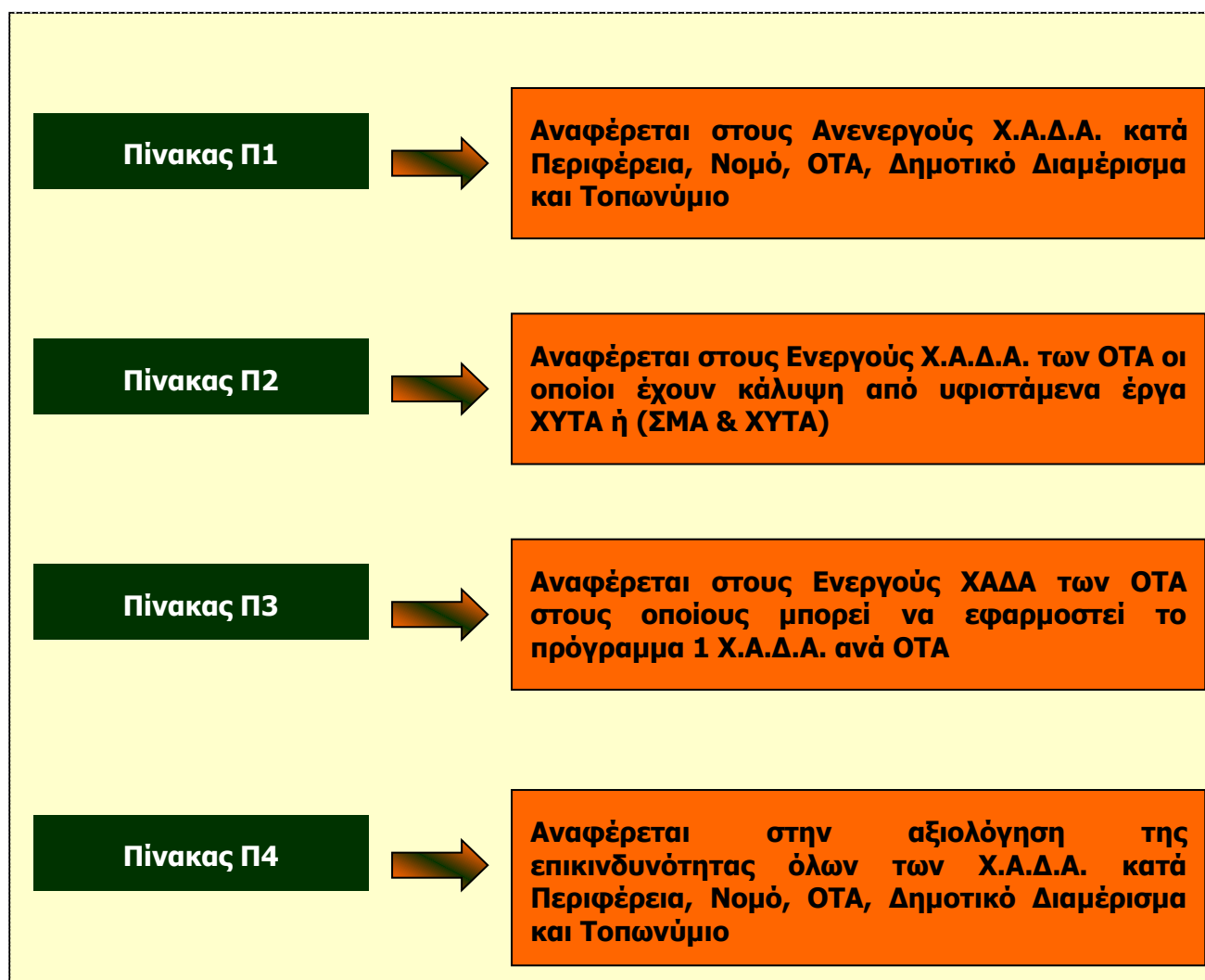
3.3 Ιστορικό του έργου

Απόθεση απορριμμάτων στον εν λόγω χώρο γινόταν σε δύο φάσεις. Η λειτουργία του ξεκίνησε το 1965 και περατώθηκε το 1990 για το παλαιό τμήμα. Για το νέο τμήμα η απόθεση απορριμμάτων ξεκίνησε το 1990 και περατώθηκε το 2009. Σύμφωνα με την απογραφή του ΥΠΕΧΩΔΕ οι Χ.Α.Δ.Α. έχουν ταξινομηθεί στους πίνακες που παρουσιάζονται στην επόμενη σελίδα και ο εξεταζόμενος ενεργός χώρος ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων έχει καταχωρηθεί στους πίνακες Π2 και Π4 της σχετικής βάσης δεδομένων του ΥΠΕΧΩΔΕ, καθώς μετά την παύση λειτουργίας του τα απορρίμματα θα τυγχάνουν διαχείρισης στο Χ.Υ.Τ.Α. Καρβουναρίου (ΧΥΤΑ 2ης

Διαχειριστικής Ενότητας Περιφέρειας Ηπείρου Δ/Ν ΧΥΤΑ Πρέβεζας – Θεσπρωτίας). Για το συγκεκριμένο Χ.Α.Δ.Α. έχει ληφθεί η με αρ. πρωτ. ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. 2156/15-05-2009 άδεια αποκατάστασης, κατόπιν σύνταξης και υποβολής στην ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. της Περιφέρειας Ηπείρου Τεχνικής Μελέτης Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης (Τ.Μ.Π.Α.). Σύμφωνα με την παραπάνω άδεια ο χώρος συγκεντρώνει 72 βαθμούς επικινδυνότητας και κατατάσσεται στην 2^η κατηγορία έργων αποκατάστασης ακόλουθα με την Εγκύκλιο με Α.Π. οικ. 109974/3106/22-10-2004 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

Τέλος, για την παύση λειτουργίας του χώρου τού Χ.Α.Δ.Α. έχει εκδοθεί η υπ' αριθμόν 2614/05-06-2009 Απόφαση Νομάρχη Πρέβεζας.

Σημειώνεται πως εξαιτίας του γεγονότος πως η παραγωγή βιοαερίου και στραγγισμάτων εξαρτάται και από το χρόνο λειτουργίας του ΧΑΔΑ (ηλικία απορριμμάτων), όπως αναλυτικότερα περιγράφεται στα Κεφάλαια 5 & 6 της παρούσας μελέτης, και λαμβάνοντας ως περιοριστικό παράγοντα το βιοαέριο, για το οποίο μια καλή προσέγγιση για τα συνηθισμένα αστικά απορρίμματα, είναι πως μετά τα 20 χρόνια (από την ημέρα ταφής τους) η παραγωγή του είναι πολύ μικρή και μετά τα 30 χρόνια (από την ημέρα ταφής τους) αμελητέα, λαμβάνεται ως χρόνος έναρξης λειτουργίας του εν λόγω ΧΑΔΑ για τους υπολογισμούς παραγωγής βιοαερίου, στραγγισμάτων και αποθέσεων της παρούσας μελέτης, όχι το έτος 1965 αλλά το έτος 1981, παραδοχή που εξορθολογίζει το κοστολόγιο των προτεινόμενων έργων, χωρίς να οδηγεί σε τεχνικές αστοχίες.



3.3 Θέση έργου – συντεταγμένες της θέσης του έργου

Ο εν λόγω Χ.Α.Δ.Α. βρίσκεται στη θέση «Κούκος», σε απόσταση περί τα 7 km Β.Δ. της πόλης της Πρέβεζας ενώ ο πλησιέστερος οικισμός (Τ.Κ. Νικόπολης) βρίσκεται σε απόσταση περί το 1 km Νότια του εξεταζόμενου χώρου. Η συγκεκριμένη έκταση αποτελεί επίπεδη κεκλιμένη επιφάνεια με διαμορφωμένες σήμερα κλίσεις, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 15-20% και ο προς αποκατάσταση χώρος βρίσκεται σε υψόμετρο που κυμαίνεται από 133 έως 95 m και καταλαμβάνει έκταση 31.991,026 m².

Η μορφολογία του Χ.Α.Δ.Α. δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα του τρόπου διάθεσης των απορριμμάτων με το πέρασμα του χρόνου. Έτσι το βόρειο τμήμα του χώρου που αντιστοιχεί στον παλιό Χ.Α.Δ.Α. και λειτουργούσε από το 1965 έως το 1990 (έκταση της τάξης των 15 στρεμμάτων) έχει διαμορφωθεί και σκεπαστεί με χώμα και η πάνω επιφάνειά του έχει ήπιες κλίσεις. Το ίδιο ισχύει και για μεγάλο μέρος του νέου τμήματος όπου η απόθεση γινόταν με κάλυψη των απορριμμάτων με χώμα. Τα δύο αυτά τμήματα έχουν υψομετρική διαφορά περί τα 20 m. Υπάρχει επίσης ένα μεγάλο μέτωπο στα όρια του παλιού Χ.Α.Δ.Α. όπου και γινόταν η απόρριψη τα τελευταία χρόνια με απόρριψη των σκουπιδιών από το άνω μέρος του πρανούς, με συνέπεια τη δημιουργία τοπικά ανάγλυφου με πολύ έντονη κλίση. Η θέση του χώρου φαίνεται στον χάρτη κλίμακας 1: 50.000 του τοπογραφικού διαγράμματος (σχέδιο Τ1).

Οι συντεταγμένες του προς αποκατάσταση χώρου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (σε σύστημα ΕΓΣΑ 87):

A/A	X	Y
1	216805,690	4325704,729
2	216762,961	4325702,974
3	216745,317	4325689,238
4	216721,215	4325678,285
5	216709,281	4325662,122
6	216703,063	4325654,141
7	216697,232	4325646,279
8	216684,668	4325629,550
9	216678,384	4325621,730
10	216674,798	4325617,007
11	216672,382	4325613,414
12	216659,979	4325597,651
13	216646,282	4325581,392
14	216634,080	4325565,056
15	216706,987	4325498,092
16	216794,399	4325488,477
17	216804,574	4325506,101
18	216814,239	4325523,330
19	216823,897	4325540,881
20	216826,076	4325544,747
22	216833,807	4325558,311
23	216844,629	4325575,307
24	216847,158	4325580,136
25	216849,604	4325584,143
26	216853,584	4325593,194
27	216862,845	4325610,935
28	216854,140	4325637,257
29	216853,632	4325658,662

Πίνακας 2: Συντεταγμένες ορίων χ.α.δ.α. στη θέση «κούκος» της τ.κ. Νικοπόλεως δ.ε. Πρέβεζας δήμου Πρέβεζας

Το κέντρο του χώρου έχει, κατά προσέγγιση, συντεταγμένες, κατά ΕΓΣΑ 87:

Χ: 216 758,10 & Ψ: 4 325 605,35.

3.4 Εξυπηρετούμενος πληθυσμός – εξυπηρετούμενες περιοχές

Η λειτουργία του χώρου, όπως προαναφέρθηκε, ξεκίνησε το 1965 και περατώθηκε το 2009. Ο Χ.Α.Δ.Α. για όλα τα έτη της λειτουργίας του δεχόταν τα απορρίμματα του συνόλου του Δήμου Πρέβεζας.

Ο συνολικά εξυπηρετούμενος πληθυσμός, σύμφωνα με στοιχεία απογραφής της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.), για το έτος **2001** ανέρχεται σε **19.605 άτομα**.

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία των απογραφών της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.) για τα έτη 1971, 1981, 1991, 2001 **η ετήσια εξέλιξη του εξυπηρετούμενου πληθυσμού από το Χ.Α.Δ.Α.** τόσο ετησίως, όσο και ανά δεκαετία είναι αυτή που φαίνεται στους πίνακες που ακολουθούν.

ΕΤΟΣ	ΠΡΕΒΕΖΑ	ΜΙΧΑΛΙΤΣΙ	ΜΥΤΙΚΑΣ	ΝΙΚΟΠΟΛΗ	ΦΛΑΜΠΟΥΡΑ	ΕΞΥΠΗΡΕ- ΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΔΕΚΑΕΤΙΑ ΑΝΑ		
1971	12.438	389	535	273	183	13.818	0,092		
1981	13.624	375	578	347	161	15.085			
1991	15.119	389	866	331	181	16.886		0,119	
2001	17.724	374	860	343	304	19.605			0,161

Πίνακας 3: Εξέλιξη του εξυπηρετούμενου πληθυσμού από το χ.α.δ.α. ανά δεκαετία

[πηγή: ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΕΣΥΕ, 1971, 1981, 1991, 2001]

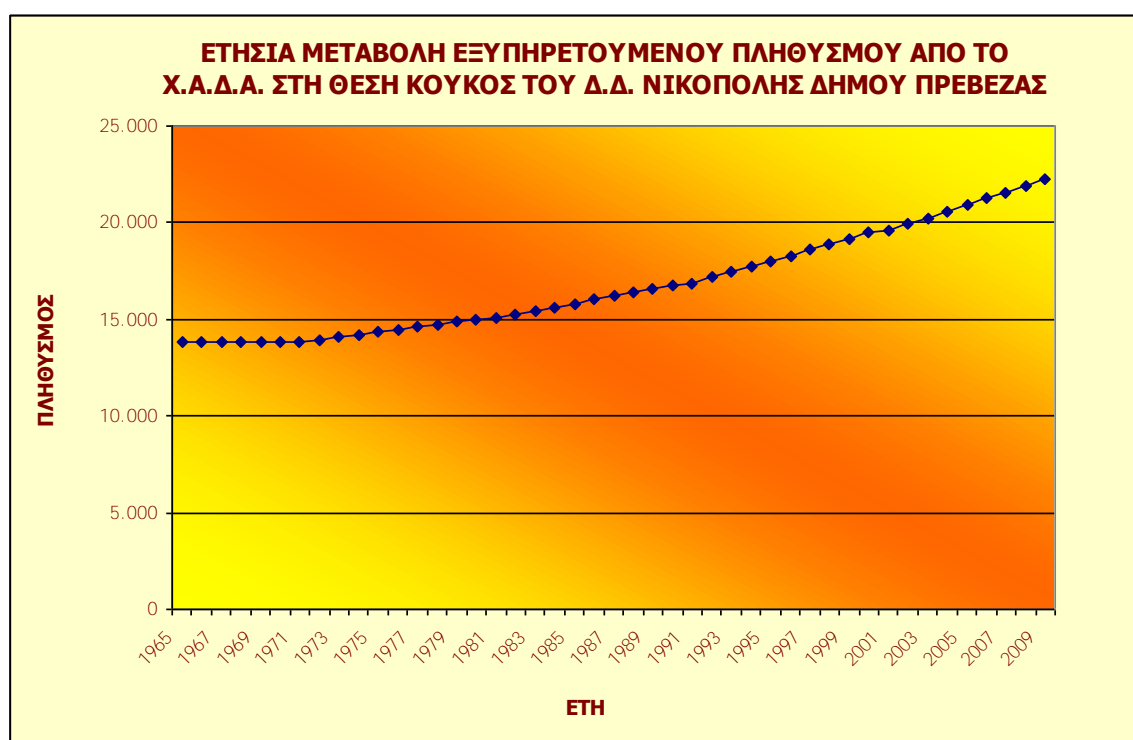
ΕΤΟΣ	ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
1965	13.818
1966	13.818
1967	13.818
1968	13.818
1969	13.818
1970	13.818
1971	13.818
1972	13.945
1973	14.073
1974	14.202
1975	14.332
1976	14.463
1977	14.596
1978	14.730
1979	14.865
1980	15.001

ΕΤΟΣ	ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
1981	15.085
1982	15.265
1983	15.447
1984	15.632
1985	15.818
1986	16.007
1987	16.198
1988	16.392
1989	16.587
1990	16.786
1991	16.886
1992	17.158
1993	17.434
1994	17.715
1995	18.000
1996	18.290
1997	18.584
1998	18.884
1999	19.188
2000	19.497
2001	19.605
2002	19.921
2003	20.241
2004	20.567
2005	20.899
2006	21.235

ΕΤΟΣ	ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
2007	21.577
2008	21.924
2009	22.277

Πίνακας 4: Ετήσια εξέλιξη του εξυπηρετούμενου πληθυσμού από τον χ.α.δ.α.

[πηγή: ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΕΣΥΕ 1971, 1981, 1991, 2001]



Σχήμα 8: Ετήσια μεταβολή εξυπηρετούμενου πληθυσμού από το χ.α.δ.α. από το έτος 1965 έως και το έτος 2009

[ΠΗΓΗ: ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΕΣΥΕ 1971, 1981, 1991, 2001]

3.5 Ποσοτικά χαρακτηριστικά υφιστάμενων αποθέσεων

Ο προς αποκατάσταση Χ.Α.Δ.Α. περιέχει απορρίμματα ηλικίας μέχρι και 44 ετών (τα παλαιότερα).

Η **συνολική ποσότητα των αποβλήτων** που είναι συγκεντρωμένα στο Χ.Α.Δ.Α. και αποτελούν αντικείμενο της παρούσας μελέτης εκτιμάται ότι είναι γύρω στα **265.000 m³**. Η **εκτίμηση του όγκου τους έγινε με δύο τρόπους**, ούτως ώστε να συγκριθούν μεταξύ τους τα αποτελέσματα και να επιτευχθεί ο ακριβέστερος υπολογισμός του. Οι **μεθοδολογίες** που ακολουθήθηκαν για τον

υπολογισμό του απορριμματικού όγκου βασίζονται η μεν πρώτη σε **τοπογραφικές μεθόδους με σύγκριση ψηφιακών μοντέλων εδάφους, όπως απαιτεί η εγκύκλιος 19** με αριθμό πρωτοκόλλου οικ. 135977/5051/14.12.2005 του ΥΠΕΧΩΔΕ για Χ.Α.Δ.Α. κατηγορίας 2 και 3, η δε δεύτερη σε **υπολογισμό της ετήσιας ποσότητας των αποβλήτων** που αποτίθεντο στον εξεταζόμενο Χ.Α.Δ.Α., από το έτος 1981 και μετά, όπως αιτιολογήθηκε στο 1.4 της παρούσας μελέτης.

Παρακάτω αναλύεται ο τρόπος υπολογισμού του απορριμματικού όγκου σε κάθε μια από αυτές τις μεθόδους.

Τοπογραφική Μέθοδος

Ο υπολογισμός του απορριμματικού όγκου με τη μέθοδο αυτή βασίστηκε στο περιεχόμενο τοπογραφικών χαρτών. Οι τοπογραφικοί χάρτες οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν ήταν το Τοπογραφικό Διάγραμμα κλίμακας 1:5.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και το Τοπογραφικό Διάγραμμα της υφιστάμενης κατάστασης του Χ.Α.Δ.Α.

Το Τοπογραφικό Διάγραμμα της υφιστάμενης κατάστασης του Χ.Α.Δ.Α. προέκυψε από την τοπογραφική αποτύπωση του χώρου, όπου θα γίνει η επέμβαση. Το διάγραμμα αυτό περιγράφει τη μορφή του χώρου περιλαμβανομένου και του σώματος των αποβλήτων που απετέθησαν εκεί. Το Τοπογραφικό Διάγραμμα 1:5.000 της Γ.Υ.Σ. απεικονίζει τη μορφή του εδάφους πριν από την απόθεση οποιασδήποτε ποσότητας απορριμμάτων. Η σύγκριση των δύο αυτών μοντέλων εδάφους δίνει προσεγγιστικά τον όγκο των αποτιθέμενων απορριμμάτων. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ο αποτιθέμενος όγκος στο Χ.Α.Δ.Α. είναι **265.816,37 m³**.

Περιοχή 1

Grid Volume Report

Συγκρίσιμες επιφάνειες:

Original Surface: GYS 5.000: Επιφάνεια πριν την απόθεση απορριμμάτων

Design Surface: T1: Επιφάνεια υφιστάμενης κατάστασης

Cut	Fill	Net
(cu m)	(cu m)	(cu m)
-----	-----	-----
392,4	266.208,77	+265.816,37

✓ Υπολογιστική – Απογραφική Μέθοδος

Η μέθοδος στηρίχτηκε σε πληθυσμιακά δεδομένα και δεδομένα για την παραγωγή αποβλήτων στο Δήμο Πρέβεζας καθώς και σε ειδικές παραγωγές απορριμμάτων για τα είδη των αποβλήτων που βρίσκονται στο χώρο. Τα στοιχεία για τον ετήσιο πληθυσμό προέκυψαν από τις απογραφές του πληθυσμού της Ε.Σ.Υ.Ε. (αναλυτικά ο ετήσιος εξυπηρετούμενος πληθυσμός παρουσιάστηκε παραπάνω). Σημειώνεται πως για τη χρονική περίοδο από το 1965 έως και το 1970 που δε βρέθηκαν αναλυτικά στοιχεία από την Ε.Σ.Υ.Ε., πλην του γεγονότος πως συνολικά ο πληθυσμός του Δήμου Πρέβεζας παρουσίασε μείωση της τάξης του 9,5%, χάριν ασφαλείας της μελέτης αυτός θεωρήθηκε σταθερός και ίσος με τον πληθυσμό του 1971.

Οικιακά Απορρίμματα: Για τον υπολογισμό της ποσότητας των οικιακών απορριμμάτων που βρίσκονται στο Χ.Α.Δ.Α. θεωρήθηκε ως δεδομένο ότι η **ειδική παραγωγή απορριμμάτων για το έτος 2003 ήταν 1,14 kg/ημέρα/κάτοικο** και ότι η **ειδική παραγωγή παρουσιάζει μείωση κατά**

1% όσο κινούμαστε σε παλαιότερα έτη και σταθερή τιμή όσο μετακινούμαστε σε πιο πρόσφατα.

Η απόθεση των απορριμμάτων γινόταν με απλό τρόπο, ενώ προεπεξεργασία δεν πραγματοποιούνταν. Ο τρόπος διάθεσης των αποβλήτων κατά το μεγαλύτερο διάστημα λειτουργίας του Χ.Α.Δ.Α. περιλάμβανε τη **σταδιακή επικάλυψη** (κάθε εβδομάδα) με **ορυκτό υλικό** το οποίο λαμβάνονταν από παρακείμενο χώρο. **Η ποσότητα αυτή εκτιμάται σε 15.000 m³.** Επίσης στο διάστημα των 44 χρόνων πρέπει να σημειωθεί ότι έχουν εκδηλωθεί και πυρκαγιές εξαιτίας αυταναφλέξεων (θεωρείται ότι το **40% των σκουπιδιών έχουν καεί**).

ΕΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΕΙΔΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ kg/μέρα/κάτοικο	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m ³ /χρόνο
1981	15.085	0,91	5.031,7	3.019,0	5.489,2
1982	15.265	0,92	5.143,2	3.085,9	5.610,8
1983	15.447	0,93	5.257,2	3.154,3	5.735,1
1984	15.632	0,94	5.373,7	3.224,2	5.862,2
1985	15.818	0,95	5.492,8	3.295,7	5.992,1
1986	16.007	0,96	5.614,5	3.368,7	6.124,9
1987	16.198	0,97	5.738,9	3.443,4	6.260,7
1988	16.392	0,98	5.866,1	3.519,7	6.399,4
1989	16.587	0,99	5.996,1	3.597,7	6.541,2
1990	16.786	1,00	6.129,0	3.677,4	6.686,2
1991	16.886	1,01	6.228,0	3.736,8	6.794,2
1992	17.158	1,02	6.392,2	3.835,3	6.973,3
1993	17.434	1,03	6.560,7	3.936,4	7.157,1
1994	17.715	1,04	6.733,7	4.040,2	7.345,8
1995	18.000	1,05	6.911,2	4.146,7	7.539,5
1996	18.290	1,06	7.093,5	4.256,1	7.738,3
1997	18.584	1,07	7.280,5	4.368,3	7.942,3
1998	18.884	1,08	7.472,4	4.483,5	8.151,7
1999	19.188	1,10	7.669,4	4.601,7	8.366,7

ΕΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΕΙΔΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ kg/μέρα/κάτοικο	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m ³ /χρόνο
2000	19.497	1,11	7.871,7	4.723,0	8.587,3
2001	19.605	1,12	7.995,3	4.797,2	8.722,1
2002	19.921	1,13	8.206,1	4.923,7	8.952,1
2003	20.241	1,14	8.422,5	5.053,5	9.188,1
2004	20.567	1,14	8.558,1	5.134,9	9.336,1
2005	20.899	1,14	8.695,9	5.217,5	9.486,4
2006	21.235	1,14	8.835,9	5.301,5	9.639,2
2007	21.577	1,14	8.978,2	5.386,9	9.794,4
2008	21.924	1,14	9.122,8	5.473,7	9.952,1
2009	22.277	1,14	9.269,7	5.561,8	10.112,3
ΣΥΝΟΛΟ			203.941,0	122.364,6	222.481,1

Πίνακας 5: Αποτιθέμενα οικιακά απορρίμματα στο Χ.Α.Δ.Α. ανά έτος

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα η **ποσότητα των οικιακών αποβλήτων που έχουν αποτεθεί στο Χ.Α.Δ.Α. είναι 122.365 tn**. Για τον υπολογισμό της ποσότητας αυτής σε κυβικά μέτρα έγινε η παραδοχή ότι η **συμπύεση των απορριμμάτων** του Χ.Α.Δ.Α. είναι **0,55 tn/m³** (τα απορρίμματα διευθετούταν περιοδικά). Επομένως, προκύπτει πως η ποσότητα των οικιακών αποβλήτων που βρίσκονται σήμερα στο Χ.Α.Δ.Α. είναι **222.481 m³**.

Αδρανή Απόβλητα: Εκτός από τις σημαντικές ποσότητες των οικιακών αποβλήτων που υπάρχουν στο Χ.Α.Δ.Α., υπάρχουν επίσης ποσότητες αδρανών αποβλήτων, αδρανών υλικών και υλικών κατεδάφισης οικοδομών καθώς και ξύλα. Για την εκτίμηση της ποσότητας των αδρανών αποβλήτων θεωρήθηκε ότι η **ειδική παραγωγή για το έτος 1997 ήταν 0,162 kg/κάτοικο/έτος και ότι παρουσιάζει μείωση κατά 1% όσο κινούμαστε σε παλαιότερα έτη και αύξηση κατά 1% όσο μετακινούμαστε σε πιο πρόσφατα**.

Με την παραδοχή ότι το **10% καίγονται**, υπολογίστηκε ότι η συνολική ποσότητα αδρανών που έχει αποτεθεί στο Χ.Α.Δ.Α. μέχρι σήμερα είναι 26.329 tn. **Ο όγκος των αδρανών με δεδομένο ότι η πυκνότητά τους είναι 1,5 tn/m³ είναι 17.553,1 m³**.

ΕΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΕΙΔΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ kg/μέρα/κάτοικο	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m ³ /χρόνο
1981	15.085	0,130	715,0	643,5	429,0

ΕΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΕΙΔΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ kg/μέρα/κάτοικο	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m³/χρόνο
1982	15.265	0,131	730,9	657,8	438,5
1983	15.447	0,133	747,1	672,4	448,2
1984	15.632	0,134	763,6	687,3	458,2
1985	15.818	0,135	780,6	702,5	468,3
1986	16.007	0,137	797,9	718,1	478,7
1987	16.198	0,138	815,5	734,0	489,3
1988	16.392	0,139	833,6	750,2	500,2
1989	16.587	0,141	852,1	766,9	511,2
1990	16.786	0,142	871,0	783,9	522,6
1991	16.886	0,144	885,0	796,5	531,0
1992	17.158	0,145	908,4	817,5	545,0
1993	17.434	0,147	932,3	839,1	559,4
1994	17.715	0,148	956,9	861,2	574,1
1995	18.000	0,149	982,1	883,9	589,3
1996	18.290	0,151	1.008,0	907,2	604,8
1997	18.584	0,153	1.034,6	931,1	620,8
1998	18.884	0,154	1.061,9	955,7	637,1
1999	19.188	0,156	1.089,9	980,9	653,9
2000	19.497	0,157	1.118,6	1006,7	671,2
2001	19.605	0,159	1.136,2	1022,6	681,7
2002	19.921	0,160	1.166,1	1049,5	699,7
2003	20.241	0,162	1.196,9	1077,2	718,1
2004	20.567	0,164	1.228,3	1105,5	737,0
2005	20.899	0,165	1.260,6	1134,5	756,3

ΕΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΕΙΔΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ kg/μέρα/κάτοικο	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m ³ /χρόνο
2006	21.235	0,167	1.293,7	1164,3	776,2
2007	21.577	0,169	1.327,7	1194,9	796,6
2008	21.924	0,170	1.362,5	1226,3	817,5
2009	22.277	0,172	1.398,3	1258,5	839,0
ΣΥΝΟΛΟ			29.255,1	26.329,6	17.553,1

Πίνακας 6: Αποτιθέμενα αδρανή απόβλητα στο Χ.Α.Δ.Α. ανά έτος

Λοιπά Απορρίμματα: Εκτός από τα οικιακά και τα αδρανή τα οποία βρίσκονται στο Χ.Α.Δ.Α. και αποτελούν τον κύριο όγκο του, υπάρχουν, **σύμφωνα με την εγκεκριμένη Τ.Μ.Π.Α.,** κάποιες **ποσότητες επικίνδυνων υλικών** που ανέρχονται σε **6.000 m³.**

Επομένως η συνολική ποσότητα των αποβλήτων (οικιακά, αδρανή, επικίνδυνα και υλικά επιχωμάτωσης) που υπολογίστηκε μ' αυτή τη μέθοδο να έχουν αποτεθεί στο Χ.Α.Δ.Α. είναι **261.034,18 m³,** αποτέλεσμα το οποίο προσεγγίζει αρκετά καλά το αποτέλεσμα της τοπογραφικής μεθόδου.

Εξαιτίας του γεγονότος πως οι οδηγίες σύνταξης πρότυπων μελετών απαιτούν, για ΧΑΔΑ 2^{ης} κατηγορίας, τον υπολογισμό του απορριμματικού όγκου με βάση ψηφιακά μοντέλα εδάφους θα γίνει αναπροσαρμογή των δεδομένων των παραπάνω πινάκων ούτως ώστε οι υπολογισμοί της παρούσας μελέτης που βασίζονται στον απορριμματικό όγκο να συμφωνούν με τα προβλεπόμενα από την κείμενη νομοθεσία. Επομένως η ποσότητα απορριμμάτων (οικιακά, αδρανή, επικίνδυνα και υλικά χωματισμού) που με βάση και τις δύο μεθόδους υπολογισμού εκτιμάται πως έχει αποτεθεί ανά έτος στον εξεταζόμενο Χ.Α.Δ.Α ανέρχεται συνολικά σε περίπου **265.817 m³ (265.816,37 m³)** και παρουσιάζεται στους επόμενους Πίνακες:

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m ³ /χρόνο
1981	5.132,0	3.079,2	5.598,5
1982	5.245,7	3.147,4	5.722,6
1983	5.362,0	3.217,2	5.849,4
1984	5.480,8	3.288,5	5.979,0
1985	5.602,2	3.361,3	6.111,5
1986	5.726,4	3.435,8	6.247,0

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m ³ /χρόνο
1987	5.853,3	3.512,0	6.385,4
1988	5.983,0	3.589,8	6.526,9
1989	6.115,6	3.669,3	6.671,5
1990	6.251,1	3.750,7	6.819,4
1991	6.352,1	3.811,2	6.929,5
1992	6.519,5	3.911,7	7.112,2
1993	6.691,4	4.014,9	7.299,7
1994	6.867,8	4.120,7	7.492,2
1995	7.048,9	4.229,4	7.689,7
1996	7.234,8	4.340,9	7.892,5
1997	7.425,5	4.455,3	8.100,6
1998	7.621,3	4.572,8	8.314,1
1999	7.822,2	4.693,3	8.533,4
2000	8.028,5	4.817,1	8.758,3
2001	8.154,6	4.892,8	8.895,9
2002	8.369,6	5.021,8	9.130,5
2003	8.590,3	5.154,2	9.371,2
2004	8.728,6	5.237,2	9.522,1
2005	8.869,1	5.321,5	9.675,4
2006	9.011,9	5.407,2	9.831,2
2007	9.157,1	5.494,2	9.989,5
2008	9.304,5	5.582,7	10.150,4
2009	9.454,3	5.672,6	10.313,8
ΣΥΝΟΛΟ	208.004,1	124.802,5	226.913,6

Πίνακας 7: Αποτιθέμενα οικιακά απορρίμματα στο Χ.Α.Δ.Α. ανά έτος

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m ³ /χρόνο
1981	729,28	656,35	437,57
1982	745,44	670,90	447,27
1983	761,96	685,77	457,18
1984	778,85	700,96	467,31
1985	796,11	716,50	477,66
1986	813,75	732,37	488,25
1987	831,78	748,60	499,07
1988	850,22	765,19	510,13
1989	869,06	782,15	521,43
1990	888,32	799,48	532,99
1991	902,66	812,39	541,60
1992	926,46	833,81	555,88
1993	950,89	855,80	570,53
1994	975,96	878,36	585,57
1995	1.001,69	901,52	601,01
1996	1.028,10	925,29	616,86
1997	1.055,21	949,69	633,12
1998	1.083,03	974,72	649,82
1999	1.111,58	1.000,42	666,95
2000	1.140,89	1.026,80	684,53
2001	1.158,81	1.042,93	695,29
2002	1.189,36	1.070,43	713,62
2003	1.220,72	1.098,65	732,43

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ ton/χρόνο	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΘΕΣΗ m ³ /χρόνο
2004	1.252,78	1.127,50	751,67
2005	1.285,68	1.157,12	771,41
2006	1.319,45	1.187,51	791,67
2007	1.354,10	1.218,69	812,46
2008	1.389,67	1.250,70	833,80
2009	1.426,16	1.283,55	855,70
ΣΥΝΟΛΟ	29.838,0	26.854,2	17.902,8

Πίνακας 8: Αποτιθέμενα αδρανή απόβλητα στο Χ.Α.Δ.Α. ανά έτος

3.6 Είδος αποβλήτων

Στο χώρο γινόταν διάθεση κυρίως ανάμεικτων δημοτικών στερεών αποβλήτων (Κωδικός ΕΚΑ: 20 03 01). Αναλυτικότερα, τα είδη των αποβλήτων που απορρίπτονταν στο χώρο ήταν κυρίως:

- οικιακά στερεά απόβλητα με Κωδικό Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων (ΕΚΑ) 2003: Ανάμεικτα Δημοτικά Στερεά Απόβλητα
- κάποιες αποθέσεις μπάζων ή υλικών κατεδάφισης (Κωδικός ΕΚΑ 17: Στερεά Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις) που είναι αναμειγμένα με λίγες ποσότητες οικιακών και με υλικό επικάλυψης
- παλιοσίδερα (μεταλλικές συσκευασίες χρωμάτων, διαλυτικών υγρών, τροφίμων, αλουμινένιων κουφωμάτων) με κωδικούς ΕΚΑ 150104, 170402 και 170406
- Απόβλητα από την προπαρασκευή και επεξεργασία κρέατος, ψαριού και άλλων τροφίμων ζωικής προέλευσης με κωδικό ΕΚΑ 0202
- έπιπλα καθώς και άλλα ογκώδη στερεά απόβλητα (λευκά απορρίμματα, π.χ. ψυγεία, κουζίνες κ.λ.π.), όπως είναι τα Απόβλητα Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Ειδών (ΑΗΗΕ) με κωδικούς ΕΚΑ 200136, 200202, και 2003.

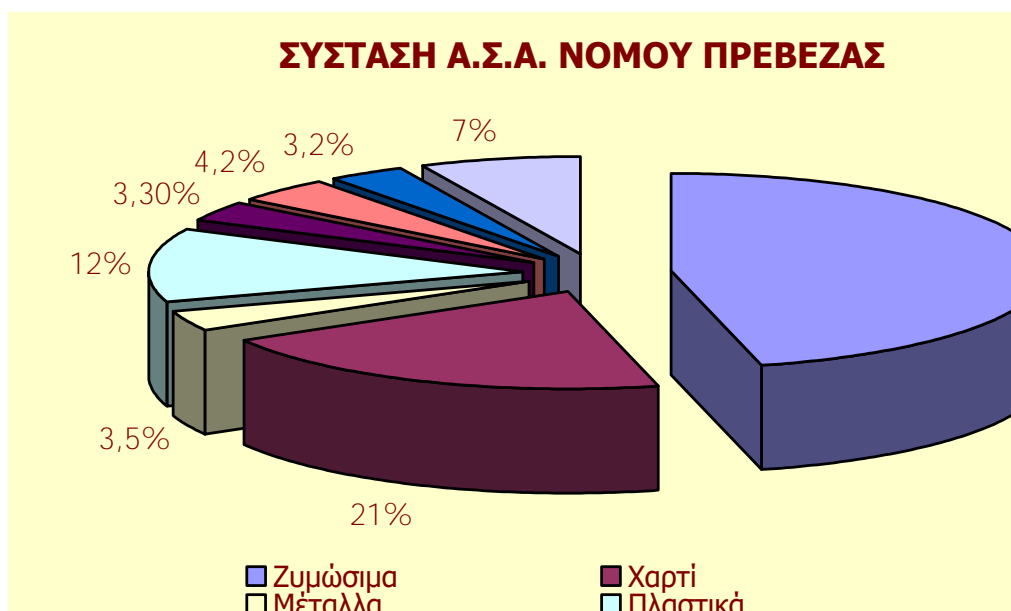
3.7 Ποιοτική σύνθεση αποβλήτων

Η προέλευση των αποβλήτων τα οποία έχουν αποθεθεί είναι αστική - ημιαστική και αγροτική. Από τη μελέτη του περιφερειακού σχεδιασμού διαχείρισης Ηπείρου, και αναλύσεις που έχουν γίνει σε άλλες πόλεις της Ελλάδας, μία σύνθεση των αποβλήτων, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα και στο Διάγραμμα που ακολουθούν, θεωρείται πως προσεγγίζει με ασφάλεια την πραγματικότητα.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΠΡΕΒΕΖΑΣ	
Ζυμώσιμα	46%
Χαρτί	20,6%

ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΠΡΕΒΕΖΑΣ	
Μέταλλα	3,5%
Πλαστικά	12,2%
Γυαλί	3,3%
Ύφασμα – Ξύλο - Δέρμα	4,2%
Αδρανή	3,2%
Λοιπά	7%

Πίνακας 9: Ενδεικτική Σύσταση αποβλήτων Νομού ΠΡΕΒΕΖΑΣ



Σχήμα 9: Ενδεικτική σύσταση αστικών στέρεων αποβλήτων νομού ΠΡΕΒΕΖΑΣ

3.8 Τρόπος διάθεσης

Η απόθεση των απορριμμάτων γινόταν με απλό τρόπο (τα απορρίμματα διευθετούνταν περιοδικά), ενώ προεπεξεργασία δεν πραγματοποιούνταν. Ο τρόπος διάθεσης των αποβλήτων κατά το μεγαλύτερο διάστημα λειτουργίας του ΧΑΔΑ περιλάμβανε τη σταδιακή επικάλυψη (κάθε εβδομάδα) με ορυκτό υλικό το οποίο λαμβάνονταν από παρακείμενο χώρο. Στο διάστημα των χρόνων λειτουργίας του Χ.Α.Δ.Α. έχουν εκδηλωθεί πυρκαγιές εξαιτίας αυταναφλέξεων.

3.9 Γεωλογία – υδρολογία - υδρογεωλογία – σεισμολογικά χαρακτηριστικά

Τα παρακάτω στοιχεία λήφθηκαν από την τεχνική μελέτη περιβαλλοντικής αποκατάστασης (Τ.Μ.Π.Α.) του Χ.Α.Δ.Α. που συντάχθηκε τον Ιούνιο του 2005 από τον κ. Α. Αντωνίου.

Γεωλογικό υπόβαθρο - έδαφος

Στην ευρύτερη περιοχή του υπό μελέτη Χ.Α.Δ.Α. στη θέση «Κούκος» χαρακτηριστικό είναι το έντονο ανάγλυφο του εδάφους με γενική κλίση των πρανών προς τα Ν. και Δ. και οφείλεται στην τεκτονική της περιοχής που διακρίνεται από τα μεγάλα τεκτονικά ρήγματα με γενική διεύθυνση Β. – Β.Δ. – Ν. – Ν.Α. ρήγμα Ριζών με πιθανή προέκταση του προς Ν.) παράλληλη με το Ιόνιο Πέλαγος καθώς επίσης από τη φύση του εδάφους που αποτελείται από μαργαϊκές και ψαμμιτικές κυρίως αποθέσεις, οι οποίες είναι πολύ ευαίσθητες στην αποσάθρωση και τη διάβρωση, με την ταυτόχρονη επενέργεια των χειμερινών βροχοπτώσεων και της αποψίλωσης του εδάφους είτε λόγω πυρκαγιών είτε λόγω της υπερβόσκησης, καθώς επίσης και από τη σειρά των κροκαλοπαγών με το σχηματισμό του Αρχαγγέλου.

Η διάβρωση αυτή είναι πολύ έντονη στα υλικά αυτά λόγω της ασυνδετότητας και της χαλαρότητας τους, καθώς επίσης και λόγω των επιφανειακών νερών και των χειμέριων κατεισχύσεων που καταλήγουν σε αυτά, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται βαθιές αυλακώσεις και συνεχείς μικροκατολισθήσεις και ερπυσμοί εδάφους ιδιαίτερα στα πρανή του δρόμου πρόσβασης προς το συγκεκριμένο Χ.Α.Δ.Α.

Η θέση που βρίσκεται ο Χ.Α.Δ.Α. διαμορφώθηκε με τη λειτουργία πολλών ετών απορρίψεων αποβλήτων και μετά από εκτεταμένες χαλικοληψίες οι οποίες έγιναν στο παρελθόν για διάφορους σκοπούς δίνοντας έτσι ένα τελικό ανάγλυφο βαθιάς κοιλάδας με παράλληλη εκβάθυνση του δαπέδου και το οποίο τώρα πληρώθηκε με μπάζα και διάφορα αδρανή - υλικά κατεδαφίσεων καθώς επίσης και οικιακά απορρίμματα.

Ο κύριος λιθολογικός σχηματισμός που κυριαρχεί στην περιοχή είναι οι Νεογενείς πρόσφατες σχετικά αποθέσεις (μεταλλικά ιζήματα), όπου επικρατούν τα κροκαλοπαγή, οι άργιλοι και η φαιοκίτρινη κατά κύριο λόγο μάργα, ενώ ακολουθούν μαργαϊκοί ψαμμίτες έως ψαμμιτική μάργα.

Όλα τα ανωτέρω ιζήματα επικάθονται σε μια σειρά από σκληρές κυανές μάργες που συναντώνται σε μεγάλα πάχη με ενδιάμεσες ενστρώσεις από χάλικες και κροκαλοπαγή, που παρουσιάζουν πολύ σκληρή υφή με ισχυρά τσιμεντοποίηση του συνδετικού υλικού.

Οι επιφανειακές μάργες είναι έντονα ρηγματωμένες στο επιφανειακό κυρίως τμήμα το οποίο επηρεάζεται από την ατμόσφαιρα. Η ρηγμάτωση αυτή είναι ανεξάρτητη από το δίκτυο των διακλάσεων που είναι αραιότερο. Η αποσάθρωση αυτή των μαργών φτάνει μέχρι βάθους μερικών μέτρων και προκαλεί φαινόμενα ερπυσμού και μικροκατολισθήσεων.

Τα παρεμβλλόμενα κροκαλοπαγή είναι ασθενούς έως μέτριας διαγένεσης, με απότομες εναλλαγές λεπτομερών και αδρομερών υλικών και φαινόμενα ολισθήσεων κατά την ιζηματογένεση, που έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ψευδοστρώσεων και διασταυρωμένων στρώσεων.

Στα Β.Δ. της περιοχής εμφανίζονται μαργοψαμμιτικοί σχηματισμοί, με ψαμμίτες χαλίκια και κροκάλες χωρίς εμφανή στρωμάτωση, καθώς επίσης και παχείς ενστρώσεις από λεπτόκοκο άμμο κίτρινου χρώματος.

Οι κλίσεις διαφοροποιούνται από τα χαμηλότερα στρώματα όπου παρατηρούνται κλίσεις της τάξης μέχρι και 40° προς τα ΝΔ., ενώ στα ανώτερα στρώματα είναι σχεδόν οριζόντιες. Τα κροκαλοπαγή χαρακτηρίζονται από τις βαθιές διακλάσεις (της τάξης 2-5 εκ.) με σχεδόν κατακόρυφη κατεύθυνση και διεύθυνση Α-Δ.

Στο Ν.Δ. τμήμα της ευρύτερης περιοχής εκατέρωθεν και παράλληλα με την εθνική οδό διέρχεται ζεύγος ρηγμάτων με διεύθυνση Β.Α. – Ν.Δ. Στα ρήγματα αυτά αποδίδεται και η δημιουργία της ρεματιάς καθώς αυτό αποτέλεσε ασθενή ζώνη που επιτάχυνε την προοδευτική διάβρωση των σχηματισμών του Πλειόκαινου κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς.

Η υπερκείμενη του ρήγματος εδαφική μάζα είναι γεωλογικά διαταραγμένη και στην οποία ανεστράφη η αρχική στρωματογενής διάταξη, με σημαντικές διακλάσεις με ακανόνιστη επιφάνεια, που κατά τόπους είναι γεμάτες με ασβεστολιθικά Κρητιδικά υλικά, με ακανόνιστη σφαιροειδή μορφή και σε άλλες πιο σπάνιες περιπτώσεις με ιλυσιαμώδες υλικό με προσμίξεις από λιμονιτικές ουσίες.

Αυτό απεδείχθη από τους σχηματισμούς οι οποίοι διατρήθηκαν σε διάφορες αρδευτικές γεωτρήσεις. Στην υπό μελέτη περιοχή τα στοιχεία προέκυψαν από την επί τόπου γεωλογική αναγνώριση - χαρτογράφηση, καθώς επίσης και από πλήθος αρδευτικών ιδιωτικών γεωτρήσεων που έχουν ανορυχθεί στην περιοχή. Συγκεκριμένα σε υδρογεώτρηση η οποία ανορύχθηκε στην περιοχή της γειτονικής πίστας Μότοκρος και σε βάθος 30 m περίπου διατρήθηκαν άργιλοι στην αρχή, κυανές μάργες και κροκαλοπαγή.

Τα κροκαλοπαγή αυτά επικάθονται επάνω σε φαιοπράσινες σκληρές μάργες. Το εν λόγω ίζημα παρουσιάζει σκληρή υφή και είναι τοπικά κατακερματισμένο ακόμα και στην επιφάνεια του, όπου αυτό εμφανίζεται στην επιφάνεια. Αποτελεί εναπόθεση λιμναίων συνθηκών μέσα σε ήσυχο ιζηματολογικό περιβάλλον, το οποίο όμως διακόπτονταν περιοδικά από προσχώσεις ποταμών που είχε σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μέσα στη μάργα αμμοχαλικωδών συστατικών, που αποτελούν όμως περιορισμένες γεωλογικές εμφανίσεις, όπως διαπιστώθηκε και από την γενόμενη γεωλογική χαρτογράφηση.

Το παραπάνω ίζημα αποτελεί σχηματισμό όπου λείπει η αρχική στρωσιγενή διάταξη, και οφείλεται μάλλον σε προγενέστερες τεκτονικές διαταράξεις, που έλαβαν χώρα συγχρόνως με την εναπόθεση του κατά την περίοδο των σημαντικών μεταπτώσεων - διαταράξεων της Ιόνιου ζώνης.

Η τεκτονική διατάραξη αυτή έχει επιδράσει καθοριστικά στη συνοχή του πετρώματος, μειώνοντας την, με αποτέλεσμα να είναι και η κύρια αιτία των συχνών τοπικών κατολισθήσεων.

Το πραγματικό βάθος του σχηματισμού αυτού των κυανών μαργών είναι μεγάλο, όπως έχει διαπιστωθεί από άλλες βαθύτερες γειτονικές γεωτρήσεις.

Από άλλες βαθύτερες ιδιωτικές γεωτρήσεις που έχουν γίνει στα Ν. της περιοχής για αρδευτικούς σκοπούς παρατηρείται ότι εμφανίζεται υδροφορία της τάξεως των 35 - 40 κυβ. μ./ωρα. αλλά σε πολύ μεγαλύτερα βάθη, περίπου 120 — 150 μ.

Οι σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή του ΧΑΔΑ χαρακτηρίζονται, οι μεν μάργες ως αδιαπέρατοι σχηματισμοί τα δε κροκαλοπαγή και οι ψαμμιτικοί άμμοι ως υδροπερατοί σχηματισμοί ποικίλης περατότητας.

Θέση ΧΑΔΑ ως προς τον υδροφόρο ορίζοντα

Υδρογεωλογικά οι εμφανιζόμενοι μαργαϊκοί σχηματισμοί θεωρούνται πρακτικά αδιαπέρατοι ενώ τα υπόλοιπα κροκαλοπαγή και αμμοχάλικα καθώς και οι εμφανιζόμενοι παραπάνω, ψαμμίτες θεωρούνται υδροπερατοί σχηματισμοί.

Η διαπερατότητα των σχηματισμών αυτών αυξάνεται κοντά σε τεκτονικές διαταράξεις, που καθιστούν εύκολη τη γένεση εμφανών ρωγμών και διακλάσεων ποικίλων μεγεθών.

Επίσης η επιφανειακή ζώνη του αποσαθρωμένου μανδύα είναι ημιπερατή επιτρέποντας έτσι την βραδεία κυκλοφορία των νερών που διηθούνται σε αυτήν, δημιουργώντας έτσι στάθμη που ακολουθεί την κλίση του εδάφους με βάθος που ποικίλει από τα 20 - 25 μ. το καλοκαίρι, και ψηλότερα το χειμώνα. Η στάθμη των υπόγειων υδάτων από τις μετρήσεις που έγιναν στην κοντινή γεώτρηση της πίστας μότο κρός και οι οποίες έγιναν κατά την διάρκεια της γεωλογικής αναγνώρισης (μήνα Ιούνιο) ευρέθη να κυμαίνεται από τα 21,0 μ. μέχρι τα 22,5 μ.

Η υδροφορία των βαθέων φακοειδών κροκαλοπαγών δεν επηρεάζει τα φαινόμενα των κατολισθήσεων της περιοχής δεδομένου ότι δεν βρέθηκαν εκτεταμένες ζώνες αποσάθρωσης στις περιοχές όπου εμφανίζονται τα κροκαλοπαγή αυτά.

Αντιθέτως όμως με τις φακοειδείς κροκαλοπαγείς αποθέσεις τα κροκαλοπαγή που

αναδύονται στην επιφάνεια συμβάλουν αποφασιστικά με την υδροφορία τους στην περαιτέρω αποσάθρωση των επιφανειακών στρωμάτων. Παρατηρήθηκε λοιπόν ότι η μεν μάργα έχει μηδενική υδατοπερατότητα ενώ τα κροκαλοπαγή μεγάλη που είναι της τάξης $1,6 \times 10^{-6} - 6,36 \times 10^{-7}$ m/sec.

Ανάλογη είναι και η συμπεριφορά του επιφανειακού μανδύα που σε συνδυασμό με το πρακτικά αδιαπέρατο μαργαϊκό υπόβαθρο, κατά την διάρκεια του χειμώνα κυρίως σε περίοδο εντατικών βροχών υπερπληρώνεται, δεν αντιστέκεται καθόλου με συνοχή και αναπτύσσει μόνο την τριβή των συσσωματωμάτων. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι τα επιφανειακά αυτά νερά της ημιπερατής αποσαθρωμένης ζώνης καθώς και τα εγκλωβισμένα νερά στις παρεμβολές των κροκαλοπαγών επιδρούν αποφασιστικά στην ευστάθεια των πρανών καθώς επίσης και στον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφορέα.

Πλησίον του συγκεκριμένου ΧΑΔΑ και συγκεκριμένα στα Ν. αυτού λειτουργούν πλήθος αρδευτικών γεωτρήσεων με ικανοποιητικές παροχές της τάξεως 30-40 m³/hr, ενώ δεν έχει αναφερθεί μέχρι τώρα μόλυνση του υπόγειου υδροφορέα από την λειτουργία του ΧΑΔΑ, ούτε υψηλή αγωγιμότητα. Περαιτέρω εκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα προβλέπεται μόνο για αρδευτικούς σκοπούς καθότι τα κοντινά Δ.Δ. Νικόπολης και οικισμοί έχουν λύσει το υδρευτικό τους πρόβλημα από τις πηγές Αγ. Γεωργίου. Η απόσταση του πυθμένα του συγκεκριμένου Χ.Α.Δ.Α. από τον υδροφορέα θεωρείται στα 5 - 10 μ., ενώ εντός του χώρου της πίστας μότο κρός υφίσταται πηγή κατά την χειμερινή και εαρινή περίοδο πιθανόν λόγω υπερπλήρωσης των επιφανειακών κροκαλοπαγών και την εκφόρτωση του επιφανειακού υδροφορέα στην συγκεκριμένη θέση. Σχετικά με τη σεισμικότητα, από τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 1989, Σπυρόπουλος 1997, Μουγιάρης, 1994), προκύπτει πως η περιοχή μελέτης δεν παρουσιάζει ισχυρή αυτόχθονη σεισμική δραστηριότητα, επηρεάζεται όμως σε μεγάλο βαθμό από την ισχυρή σεισμικότητα της σεισμικής ζώνης της Λευκάδας και του διαύλου της Κέρκυρας – Ηπείρου.

Οι εστίες των σεισμών, τουλάχιστον κατά το μεγαλύτερο ποσοστό, βρίσκονται στη θαλάσσια περιοχή, πλησίον των νησιών του Ιονίου πελάγους και ιδιαίτερα συνδέονται με την παρουσία ενεργών ρηγμάτων του Ιονίου και των διασταυρώσεών τους. Εμφανίζονται τοπικοί κυρίως σεισμοί επιφανείας και βάρους, ενώ παρατηρήσεις για την περίοδο 1800-1970, προσδιορίζουν μια ζώνη στα νησιά Λευκάδα – Κεφαλλονιά - Ζάκυνθο που θεωρείται από τις σεισμικά πιο επικίνδυνες περιοχές της Ελλάδας. Η επίδραση από το ισχυρό σεισμικό κέντρο των νησιών αυτών φαίνεται να είναι άμεση για την πέριξ του Αμβρακικού κόλπου περιοχή, ενώ η μεγάλη εξασθένηση των εντάσεων σε συνάρτηση με την απόσταση που παρατηρήθηκε στη σεισμοτεκτονική ζώνη της Β.Δ. Ελλάδος μειώνει δραστικά την καταστροφικότητα τους. Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (Ε.Α.Κ. –2000), όπως αυτός τροποποιήθηκε με το Φ.Ε.Κ. 1154 / 12-8-2003, η περιοχή μελέτης, από πλευράς σεισμικής επικινδυνότητας, κατατάσσεται στην ζώνη II, με σεισμική επιτάχυνση εδάφους $A = \alpha \cdot g$ όπου $\alpha = 0,24$.



Σχήμα 10: Οι τρεις κατηγορίες (I, II, III) ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας στις οποίες χωρίσθηκε ο Ελληνικός χώρος σύμφωνα με το νέο χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας

3.10 Μετεωρολογικά στοιχεία

3.10.1 Εισαγωγή

Τα στοιχεία για την εκτίμηση των μετεωρολογικών συνθηκών της περιοχής, τα οποία παρατίθενται στη συνέχεια, προέρχονται από τον πλησιέστερο στο χώρο μετεωρολογικό σταθμό, του Ακτίου, της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ). Η περίοδος παρατήρησης είναι από το 1971 έως και το 1997.

Από την μελέτη των στοιχείων του προκύπτει ότι ο Ν. Πρέβεζας, όπως εξάλλου και ολόκληρη η Δυτική Ελλάδα ανήκει κλιματικά στη λεγόμενη “Χερσαία Μεσογειακή Ζώνη”. Το κλίμα στην περιοχή μελέτης είναι μεσογειακό και χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και θερμά καλοκαίρια, με μικρό ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος που ανέρχεται σε 16°C και εξαιρετική διαύγεια ατμόσφαιρας επειδή υπάρχει ομαλό ανάγλυφο που δεν παρεμποδίζει την ευεργετική επίδραση της θάλασσας. Ταυτόχρονα όμως επειδή η περιοχή βρίσκεται στην Δυτική Ελλάδα δέχεται σχετικά άφθονες βροχοπτώσεις. Αναλυτικότερα, κατά τη χειμερινή περίοδο το κλίμα της περιοχής εμφανίζει τα χαρακτηριστικά του κλίματος των εύκρατων ζωνών με συχνές βροχές, ήπιες θερμοκρασίες και έλλειψη παγετών χιονοπτώσεων και ισχυρών ανέμων. Κατά τη θερινή περίοδο παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά των υποτροπικών ζωνών με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια.

ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ – ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

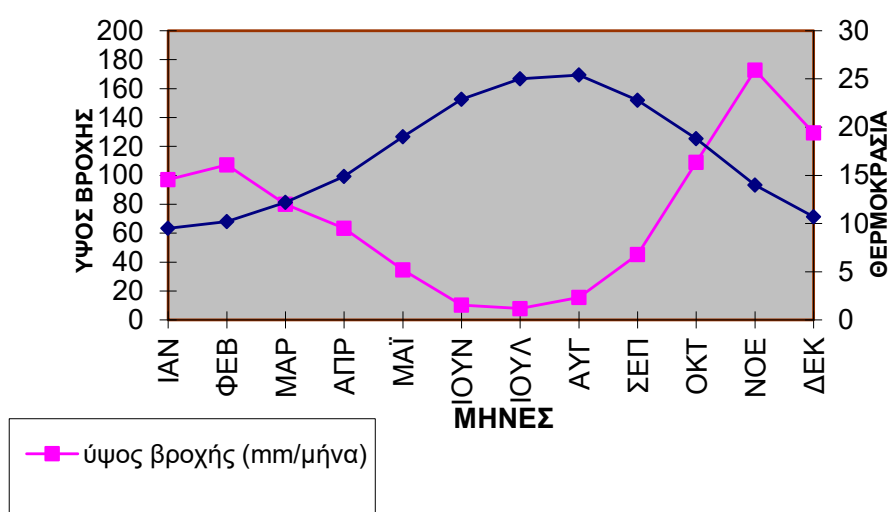
Το συνολικό ύψος υετού ανέρχεται σε 872,2 mm. Ως ξηρότερος μήνας εμφανίζεται ο Ιούλιος με 7,9 mm υετού, ενώ ως υγρότερος ο Νοέμβριος με 172,8 mm υετού. Η μέση μηνιαία σχετική

υγρασία κυμαίνεται από 69,4% τον Αύγουστο έως 74,9% τον Δεκέμβριο, με μέση ετήσια σχετική υγρασία 71,8%.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Από τα μετεωρολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Άκτιου της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) φαίνεται ότι ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος με μέση μηνιαία θερμοκρασία 5,9 0C και ο θερμότερος μήνας ο Αύγουστος με μέση μηνιαία θερμοκρασία 29,3 0C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία τον Ιανουάριο (ψυχρότερος μήνας) είναι 13,2 0C, ενώ τον Αύγουστο (θερμότερος μήνας) είναι 29,3 0C. Η μέση ελάχιστη τον Ιανουάριο είναι 5,9 0C και τον Αύγουστο 20,0 0C. Οι απολύτως μέγιστες τους μήνες Ιανουάριο και Αύγουστο, είναι 20,0 0C και 37,4 0C αντίστοιχα και οι απολύτως ελάχιστες -3,6 0C και 13,0 0C αντίστοιχα. Ακολουθώς παρατίθεται το ομβροθερμικό διάγραμμα που αφορά στη περιοχή του έργου.

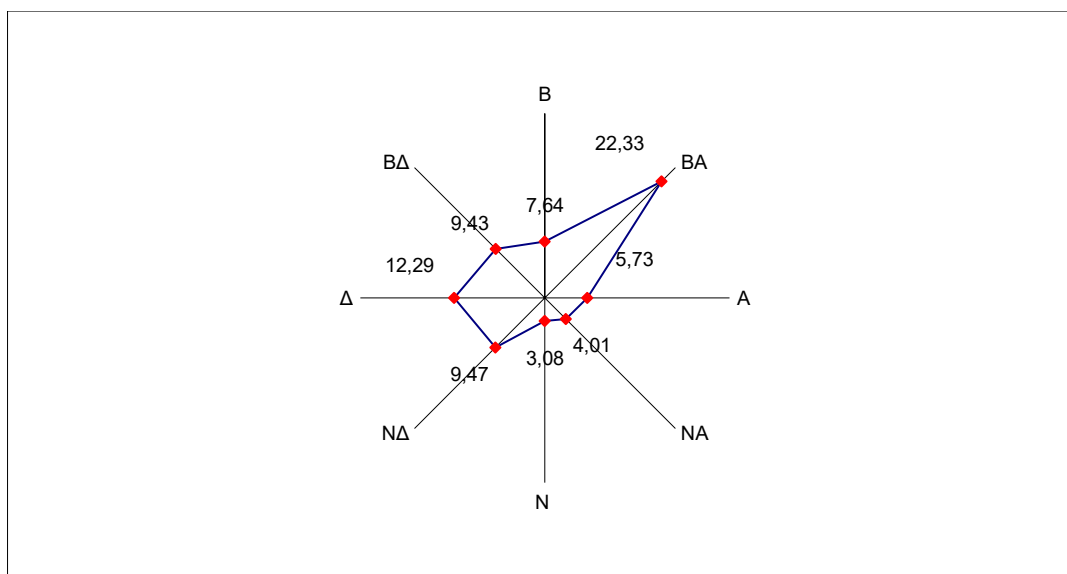
ΟΜΒΡΟΘΕΡΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Μ.Σ. ΠΡΕΒΕΖΑΣ



Σχήμα 11: Ομβροθερμικό διάγραμμα μ.ς. Πρέβεζας

3.10.2 Άνεμοι

Η επικρατούσα ένταση των ανέμων είναι τα 3 Beaufort, ενώ σπάνια ξεπερνά τα 6 Beaufort. Επιπλέον η μέση ετήσια νηνεμία ανέρχεται σε 26,42 %. Η επικρατούσα κατεύθυνση ανέμου είναι η βορειοανατολική, με ποσοστό εμφάνισης 22,33 % και έπονται η δυτική με ποσοστό 12,29 %, η νοτιοδυτική με 9,47 % και βορειοδυτική με 9,43 %, ενώ επικρατεί άπνοια σε ποσοστό 26,42 %.



Ακολουθως παρατίθεται συγκεντρωτικός πίνακας με τα κλιματολογικά δεδομένα που αφορούν στην περιοχή του έργου αποκατάστασης του Χ.Α.Δ.Α

ΜΗΝΑΣ	Θερμοκρασία °C					Μέση σχετική υγρασία %	Υετός mm		
	Μέση Μηνιαία	Μέση Μέγιστη	Μέση ελάχιστη	Απολύτως Μέγιστη	Απολύτως ελάχιστη		Μέση Μηνιαία	Ημέρες Βροχής	Άνεμοι
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	9,5	13,2	6,2	20	-3,6	72,9	97,1	13,1	BA
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	10,2	13,8	6,5	24,4	-2	70,9	107,2	12,4	BA
ΜΑΡΤΙΟΣ	12,2	15,9	7,9	26,4	-1,4	71	80	11,3	BA
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	14,9	18,3	10,3	28,8	3,6	72,8	63,3	10,4	Δ
ΜΑΙΟΣ	19	22,5	14	33	6,2	73,8	34,6	6,5	Δ
ΙΟΥΝΙΟΣ	22,9	26,2	17,5	36,2	11	70,8	10,3	2,5	Δ
ΙΟΥΛΙΟΣ	25	28,7	19,6	36,4	13,8	69,5	7,9	1,6	Δ
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	25,4	29,4	20	37,4	13	69,4	15,5	2,4	Δ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	22,8	26,8	17,8	34,6	10	70,3	45,2	5	Δ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	18,8	22,8	14,6	33	4,4	70,4	109	10	BA
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	14,4	17,8	10,7	25,2	0,6	74,5	172,8	13,5	BA
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	10,7	14,3	7,5	21	-0,6	74,9	129,3	14	BA

ΜΗΝΑΣ	Θερμοκρασία °C					Μέση σχετική υγρασία %	Υετός mm		
	Μέση Μηνιαία	Μέση	Μέση ελάχιστη	Απολύτως Μέγιστη	Απολύτως ελάχιστη		Μέση Μηνιαία	Ημέρες Βροχής	Άνεμοι
		Μέγιστη							
ΕΤΗΣΙΑ	17,1	20,81	12,72	37,4	-3,6	71,8	872,20	102,7	

Πίνακας 10. Μετεωρολογικοί παράμετροι Μ.Σ. ΑΚΤΙΟΥ (περίοδος 1971-1997)

3.11 Οικολογικά χαρακτηριστικά

Η περιοχή του Χ.Α.Δ.Α. ανήκει στην ευρύτερη περιοχή προστασίας του Αμβρακικού Κόλπου και βρίσκεται εντός της ζώνης περιβαλλοντικού ελέγχου του Εθνικού πάρκου του Αμβρακικού όπως αυτή προσδιορίζεται στην ΚΥΑ 11989/21.03.2008 (ΦΕΚ 123 Δ') χωρίς να βρίσκεται σε περιοχή που περιλαμβάνεται στον εθνικό κατάλογο περιοχών Natura 2000.

Η ύπαρξη του ασκεί πιέσεις περιβαλλοντικές, υγειονομικές, και οικονομικές στην ευρύτερη περιοχή.

Οι αρνητικές επιπτώσεις του εν λόγω Χ.Α.Δ.Α. και οι οποίες αφορούν κύρια την άμεση περιοχή του έργου, είναι οι σύμφυτες με την ύπαρξη και λειτουργία αντίστοιχων έργων και οφείλονται στις ακόλουθες παραμέτρους όχλησης:

- Παραγωγή στραγγισμάτων
- Παραγωγή βιοαερίου
- Προσθήκη εξωγενούς παραμέτρου στο οικοσύστημα
- Αισθητική όχληση
- Διασπορά μικροαπορριμμάτων

Πιο συγκεκριμένα, στον Χ.Α.Δ.Α., παρουσιάζονται οι εξής περιβαλλοντικές επιπτώσεις:

➤ Ως προς το υδατικό ισοζύγιο (κατείδουση υδάτων)

Στο κατώτερο σημείο του χώρου προκειμένου να συλλέγονται τα στραγγίδια έχει κατασκευαστεί τάφρος με βάση από μπετό στον οποίο τοποθετήθηκε στραγγιστικός αγωγός Φ 40 με διάτρητη ημιπερίμετρο προς τα κάτω. Το υπόλοιπο μέρος της τάφρου συμπληρώθηκε με διαβαθμισμένο αδρανές υλικό. Τα συλλεγόμενα στραγγίδια καταλήγουν σε φρεάτιο και διοχετεύονται σε αποστραγγιστικό αυλάκι που καταλήγει στη λιμνοθάλασσα Μάζωμα.

➤ Ως προς τη διασπορά βιοαερίου (οσμές)

Η μέγιστη απόσταση οσμής λόγω ύπαρξης βιοαερίου εξαρτάται από την κατεύθυνση του ανέμου και παρατηρείται στα 500 m. Δεν παρατηρήθηκε ανιχνεύσιμη διαρροή βιοαερίου στα υπόγεια νερά.

➤ Ως προς την αλλοίωση της φυσικής βλάστησης (εντός και εκτός του γηπέδου)

Υπάρχει αλλοίωση της φυσικής βλάστησης εντός του χώρου απόθεσης. Στο τμήμα που δεν χρησιμοποιείται πλέον παρατηρείται σε σημαντικό βαθμό αναγέννηση της φυσικής βλάστησης.

➤ Ως προς πυρκαγιές-αυτανάφλεξεις

Στο παρελθόν έχουν συμβεί πυρκαγιές οφειλόμενες σε αυτανάφλεξη κυρίως κατά τις χρονικές περιόδους που δεν γινόταν επικάλυψη των απορριμμάτων.

➤ **Ως προς αφύσικη απουσία άγριας ζωής**

Δεν έχει παρατηρηθεί σημαντική απουσία άγριας ζωής.

➤ **Ως προς το θόρυβο**

Δεν υπήρχε οποιοσδήποτε άλλος θόρυβος εξ αιτίας της λειτουργίας του Χ.Α.Δ.Α. εκτός των απορριμματοφόρων κατά την απόρριψη.

➤ **Ως προς την οπτική όχληση**

Υπάρχει οπτική όχληση από το ενεργό μέτωπο του χώρου διάθεσης.

➤ **Ως προς τα υπόγεια νερά**

Δε μετρήθηκε η ποιότητα των υπογείων νερών, αλλά η υδροπερατότητα των ξενιστών (χαλαρές αποθέσεις) είναι πρακτικά πολύ μεγάλη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη ρύπανση του υπόγειου υδροφορέα με οργανικές ουσίες με μεγάλο μικροβιολογικό φορτίο και βαρέα μέταλλα από το Χ.Α.Δ.Α. που οδηγεί στο σχηματισμό τοξικών μορφών των μετάλλων, πολύ βλαβερών για τον άνθρωπο και το οικοσύστημα (Hadjispyrou et al., 1998, Hadjispyrou et al. 2002).

Θα πρέπει να γίνουν δειγματοληψίες των νερών των αρδευτικών γεωτρήσεων που βρίσκονται κατάντη του Χ.Α.Δ.Α. καθώς και του εδάφους στο κάτω όριο του χώρου για έλεγχο ρύπανσης από τυχόν διαρροή στραγγισμάτων.

3.12 Υφιστάμενη κατάσταση

α) Έκταση ρυπασμένης επιφάνειας

Η συνολική ρυπασμένη έκταση από την λειτουργία του Χ.Α.Δ.Α. που θα αποκατασταθεί είναι 31.991,026 m².

β) Ύψος απορριμματοκού ανάγλυφου

Το μέγιστο ύψος του απορριμματοκού ανάγλυφου είναι 20 m.

γ) Κλίση απορριμματοκού ανάγλυφου

Η κλίση της άνω επιφάνειας του απορριμματοκού ανάγλυφου είναι της τάξης του 3-5%. Η κλίση των πρανών του απορριμματοκού ανάγλυφου είναι επίσης της τάξεως του 3-5% που χαρακτηρίζονται ως ήπιες. Υπάρχει όμως ένα μεγάλο μέτωπο στα όρια του παλιού Χ.Α.Δ.Α. όπου και γινόταν η απόρριψη τα τελευταία χρόνια με απόρριψη των σκουπιδιών από το άνω μέρος του πρανούς, με συνέπεια τη δημιουργία ανάγλυφου με πολύ έντονη κλίση.

δ) Ευστάθεια

Ο Χ.Α.Δ.Α. δεν εγκυμονεί κινδύνους κατολίσθησης, απότομης καθίζησης, ολίσθησης ή κατάρρευσης πρανών στο νέο τμήμα όπου η διάθεση γινόταν κατά διαδοχικά επίπεδα με σταδιακή επικάλυψη των απορριμμάτων με χώμα. Για το παλιό τμήμα όπου η απόθεση γινόταν ανεξέλεγκτα και τελικά έγινε επικάλυψη χωρίς να εκτιμηθεί η ευστάθεια του πρανούς αυτή δεν μπορεί να θεωρηθεί εξασφαλισμένη και πριν τη δημοπράτηση του έργου πρέπει να εκπονηθεί γεωτεχνική μελέτη. Το ίδιο ισχύει και για το ενεργό, τελευταία χρησιμοποιούμενο, μέτωπο που είχε δημιουργηθεί με την απόρριψη από τη κορυφή προς το πρανές και από άποψη ευστάθειας κρίνεται ως επικίνδυνο.

ε) Υφιστάμενες Υποδομές

Έχουν κατασκευασθεί :

- Πρόχειρη περίφραξη με συρματοπλέγμα

- πύλη εισόδου
- φυλάκιο στην είσοδο
- οδοποιία πρόσβασης που δε βρίσκεται σε καλή κατάσταση
- υποδομές για την διαχείριση των ομβρίων που συνίστανται σε κατασκευή μικρού μήκους αυλακιών
- κάποια έργα συλλογής στραγγισμάτων των οποίων η λειτουργικότητα πρέπει να ελεγχθεί μετά από καθαρισμό του χώρου
- κατακόρυφοι φυσικοί αγωγοί συλλογής βιοαερίου των οποίων η κατάσταση δεν είναι εξακριβωμένη.

3.13 Συνοπτική περιγραφή απαιτούμενων έργων

Οι τεχνικές παρεμβάσεις και οι εργασίες που θα εκτελεστούν για την αποκατάσταση του υπό μελέτη Χ.Α.Δ.Α. αφορούν:

1. ΕΡΓΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ – ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ

- Χωματουργικές εργασίες συλλογής διάσπαρτων απορριμμάτων από την συνολική έκταση του Χ.Α.Δ.Α., και συγκέντρωσής τους σε μικρότερη έκταση της τάξης των 32 στρεμμάτων
- Χωματουργικές εργασίες διαμόρφωσης και εξομάλυνσης του ανάγλυφου με εκσκαφές και επιχώσεις
- Κατασκευή έργων τελικής κάλυψης.

Οι στρώσεις τελικής κάλυψης που πρόκειται να τοποθετηθούν πάνω από το απορριμματικό ανάγλυφο (όπως φαίνεται σχηματικά και στο αντίστοιχο σχέδιο με αριθμό σχεδίου Λ6), έχουν ως εξής:

- 0,5 m στρώση εξομάλυνσης
- 0,3 m μονωτική στρώση από ορυκτό αδιαπέραστο υλικό
- 1,0 m στρώση επιφανείας που αποτελείται από ζώνη αποστράγγισης πάχους 0,30 m και φυτόχωμα πάχους 0,70 m διαχωρισμένα μεταξύ τους με γεωφάσμα διαχωρισμού από ίνες πολυπροπυλενίου.

2. ΕΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

- Χωματουργικές εργασίες εκσκαφής τάφρων
- Εργασίες κατασκευής τάφρων τραπεζοειδούς διατομής
- Κατασκευή πτερυγότοιχων, προμήθεια και τοποθέτηση σωληνωτών αγωγών
- Κατασκευή και τοποθέτηση φρεατίων

3. ΕΡΓΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΠΟΙΑΣ

- Εργασίες κατασκευής υπόβασης, βάσης και ασφαλικών

4. ΕΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ

- Εργασίες κατασκευής και μόνωσης τάφρων αποστράγγισης,
- Προμήθεια και τοποθέτηση αγωγών
- Κατασκευή και τοποθέτηση φρεατίων
- Κατασκευή δεξαμενής συλλογής στραγγισμάτων

5. ΕΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

- Εργασίες κατασκευής και μόνωσης δικτύου συλλογής, μεταφοράς και καύσης βιοαερίου

6. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

- Εργασίες κατασκευής πύλης, περίφραξης κ.λ.π.
- Εργασίες περιμετρικής φύτευσης (προμήθεια φυτών, άνοιγμα λάκκων, φύτευση, υποστήλωση, λίπανση)
- Εργασίες κατασκευής αναχώματος

7. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ – ΜΕΤΑΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΤΟΥ ΑΠΟΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟΥ Χ.Α.Δ.Α.

- Δράσεις μεταφροντίδας αποκαταστημένου χώρου (μάρτυρες καθίζησης κ.λ.π.)

3.14 Διαμόρφωση – στεγανοποίηση του απορριμματικού ανάγλυφου

3.14.1 Περιοχή εντός της οποίας θα γίνει η διευθέτηση των υφιστάμενων αποθέσεων

Πριν από τις εργασίες αποκατάστασης γίνονται οι εργασίες οριοθέτησης του χώρου εντός του οποίου θα γίνει η διευθέτηση των υφιστάμενων αποθέσεων. Η οριοθέτηση αυτή φαίνεται στο σχέδιο T2 της παρούσας μελέτης, με τις αντίστοιχες συντεταγμένες και αντιστοιχεί σε **έκταση εμβαδού 31.991,026 m²**.

Οι εργασίες οριοθέτησης εντός της οποίας θα γίνει η διευθέτηση των υφιστάμενων αποθέσεων περιλαμβάνουν εργασίες μετακίνησης υφιστάμενων αποθέσεων από όλα τα σημεία που δεν ανήκουν στην οριοθετούμενη περιοχή της αποκατάστασης (από περιοχές πολύ χαμηλού ύψους και διάσπαρτα απορρίμματα σε μεγάλη ακτίνα περί του κυρίου όγκου του Χ.Α.Δ.Α.) και τοποθέτησή τους με κατάλληλες κλίσεις στην περιοχή αποκατάστασης. Από την περιοχή που απομακρύνονται απορρίμματα, λαμβάνεται και μια στρώση επιφανειακού χώματος πάχους 30 – 50 cm για να εξυγιανθεί η εν λόγω έκταση.

Η ποσότητα των απορριμμάτων που μετακινούνται και επανεπιχώνονται, συμπεριλαμβανομένης της επιφανειακής στρώσης γαιώδους υλικού υπολογίζεται σε 16.800 m³.

3.14.2 Διαμόρφωση απορριμματικού ανάγλυφου

Η μετακίνηση των απορριμμάτων σχεδιάστηκε με τρόπο που να μην αφήνει εκτεθειμένες ποσότητες απορριμμάτων σε κανένα σημείο του χώρου. Ταυτόχρονα, γίνεται αναδιευθέτηση της απορριμματικής μάζας, με σκοπό την διαμόρφωση ενός λειτουργικού και αποδεκτού ανάγλυφου. Έτσι, σχεδιάστηκε το απορριμματικό ανάγλυφο που φαίνεται στο σχέδιο T2 και στα Δ1, Δ2.

Στα εν λόγω σχέδια εμφανίζονται οι ακόλουθες στάθμες:

1. Στάθμη του υφιστάμενου ανάγλυφου πριν την έναρξη των εργασιών αποκατάστασης
2. Στάθμη του διαμορφούμενου με χωματουργικές εργασίες απορριμματικού ανάγλυφου πριν από την κατασκευή της τελικής κάλυψης και
3. Στάθμη του διαμορφούμενου τελικού ανάγλυφου μετά την κατασκευή των στρώσεων τελικής κάλυψης.

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων των εκσκαφών και επιχώσεων που απαιτούνται για την εν λόγω διαμόρφωση παρουσιάζεται στον Πίνακα χωματισμών της επόμενης σελίδας.

Το ισοζύγιο των μετακινήσεων για αναδιευθέτηση των απορριμμάτων περιλαμβάνει:

(εκσκαφή απορριμμάτων 34.123,02 m³) + (Δάνεια Θραυστά υλικά τελικής διατομής 2.922,16 m³) = 37.115,18 m³

επίχωση απορριμμάτων = 37.115,18 m³

Το νέο απορριμματικό ανάγλυφο που δημιουργείται έχει μορφή τριγωνική με ήπια πρηνή (κλίση 5% κατά μήκος και 4% κατά πλάτος) για την απρόσκοπτη και ομαλή απορροή των όμβριων υδάτων.

Περιμετρικά του αποκαταστημένου χώρου, στον πόδα των διαμορφωμένων πρηνών, θα κατασκευασθεί τάφρος που θα παραλαμβάνει τα όμβρια ύδατα. Ο έλεγχος επάρκειάς της εξετάζεται στο 5.1 της παρούσας μελέτης.

Πρέπει να σημειωθεί πως οι κατευθύνσεις της εγκυκλίου για τη σύνταξη πρότυπων οριστικών μελετών αποκατάστασης συστήνουν το μηδενισμό του παραπάνω ισοζυγίου, ούτως ώστε να μην υπάρχουν πλεονάσματα σκουπιδιών προς απόθεση. Στην περίπτωση που εξετάζεται, η

τοπογραφική διαμόρφωση του τελικού ανάγλυφου δεν ισοσκέλιζε τις παραπάνω ποσότητες και απαιτείται μεταφορά αμμοχάλικου από γειτονικό λατομείο για κατασκευή επιχωμάτων λόγω μεγάλης κλίσης πρανών στο νότιο τμήμα του Χ.Α.Δ.Α. γεγονός που όμως δε δημιουργεί σοβαρό πρόβλημα καθώς δεν υπάρχει πλεόνασμα σκουπιδιών προς απόθεση.

Τέλος σημειώνεται πως τα απορρίμματα που αναδιευθετούνται, όσο και αυτά που είναι διεσπαρμένα και μεταφέρονται στον κύριο όγκο του Χ.Α.Δ.Α., θα συμπιέζονται πολύ καλά από τα μηχανήματα του αναδόχου, με τουλάχιστον 5 - 7 διελεύσεις, για να ελαχιστοποιηθεί το ενδεχόμενο εμφάνισης διαφορικών καθιζήσεων ή αστάθεια.

ΔΙΑΤΟΜΗ	ΧΙΛ. ΘΕΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΑΠΟΣΤ. ΜΕΤΑΞΥ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ		ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ	
			ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	%	ΓΑΙΩΗΜΙ-ΒΡΑΧΩΔΗ
			[m2]	[m3]	[m2]	[m3]		[m3]
P1	0+000.000		0,03		0		100	
		20		3010,35		0		3010,35
P2	0+020.000		301,01		0		100	
		20		4835,76		352,99		4835,76
P3	0+040.000		182,57		70,6		100	
		20		4095,47		1475,02		4095,47
P4	0+060.000		226,98		76,9		100	
		20		4216,8		1583,06		4216,8
P5	0+080.000		194,7		81,4		100	
		9,88		2261,44		853,66		2261,44
P6	0+089.882		262,99		91,37		100	
		4,67		1833,1		230,98		1833,1
P7	0+094.552		522,06		7,55		100	
		5,45		2558,57		174,56		2558,57
P8	0+100.000		417,21		56,53		100	
		20		5142,4		6080,4		5142,4
P9	0+120.000		97,04		551,51		100	
		9,76		812,56		5709,7		812,56
P10	0+129.765		69,39		617,91		100	
		5,81		743,98		2341,8		743,98
P11	0+135.572		186,85		188,63		100	
		4,43		806,67		804,17		806,67
P12	0+140.000		177,5		174,59		100	
		20		2598,75		3651,47		2598,75
P13	0+160.000		82,38		190,55		100	
		20		1007,9		4315,37		1007,9
P14	0+180.000		18,42		240,98		100	
		20		190,3		6544,41		190,3
P15	0+200.000		0,62		413,46		100	
		29		8,97		2997,59		8,97
P16	0+229.000		0		0		100	
ΣΥΝΟΛΙΚΑ		229,00		34.123,02		37.115,18		34.123,02

Πίνακας 11. Πίνακας χωματισμών για διευθέτηση απορριμματικού ανάγλυφου

3.14.3 Υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων

Η δημιουργία συνθηκών ασφάλειας και υγιεινής στο χώρο του εργοταξίου, αποτελεί πρωταρχικό στόχο, ιδιαίτερα στην περίπτωση των εργασιών αποκατάστασης ενός Χ.Α.Δ.Α, λόγω της φύσης των εργασιών που τελούνται σε αυτόν. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ανάπτυξη σημαντικών

μεθόδων προσέγγισης του θέματος. Οι παράμετροι που διέπουν τη διαδικασία για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι :

➤ Προσδιορισμός διαδικασίας (κατασκευής – λειτουργίας)

Για τον προσδιορισμό της απαιτείται καθορισμός των παραμέτρων που επηρεάζουν τη διαδικασία και που είναι :

- ο άνθρωπος
- τα υλικά
- η τεχνική υποστήριξη (μηχανές, εργαλεία)
- το σύστημα οργάνωσης και διεύθυνσης της εργασίας (ρόλοι & ευθύνες, καταμερισμός εργασίας κ.λ.π.)

➤ Δημιουργία συνθηκών που επηρεάζουν στον εργασιακό χώρο

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον εργασιακό χώρο είναι:

- φυσικοί
- τοξικοί
- βιολογικοί
- ψυχολογικοί

Οι συνέπειες που προκύπτουν από τη δημιουργία των παραπάνω συνθηκών είναι:

επαγγελματικές ασθένειες

δυσανεμία και ψυχολογικά προβλήματα

ατυχήματα και τραυματισμοί

Όμως πέρα από τον επηρεασμό του ανθρώπινου παράγοντα συνέπειες μπορεί να υποστεί και το περιβάλλον με τις εξής μορφές:

- παραγωγή αποβλήτων (στερεά, υγρά, αέρια)
- σκόνη
- θόρυβος
- κραδασμοί,

οι συνέπειες των οποίων μπορεί να είναι :

- οικολογική καταστροφή
- ενόχληση
- μόλυνση

Για να θεωρηθεί η διαδικασία περαίωσης ενός έργου ασφαλής πρέπει να ελαχιστοποιηθούν – με σκοπό το μηδενισμό – οι δυσάρεστες συνέπειες που αναφέρθηκαν προηγουμένως, τόσο για τον εργαζόμενο όσο και για το περιβάλλον.

Οι συνθήκες εργασίας σε έναν Χ.Α.Δ.Α., στον οποίο συντελούνται διάφορες φυσικοχημικές διεργασίες, εκθέτουν τους εργαζόμενους σε αυτόν σε κάποιους κινδύνους που έως έναν βαθμό μπορεί να απειλήσουν και την υγεία τους. Ιδιαίτερα δε, αυτούς που εργάζονται και έρχονται σε άμεση επαφή με τα απορρίμματα, όπως είναι οι χειριστές των χωματουργικών μηχανημάτων διευθέτησης και εξομάλυνσης (μετακίνηση αποθέσεων, διαμορφώσεις κλπ) του απορριμματικού ανάγλυφου.

Πρωταρχικός στόχος προκειμένου να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα που θα εξασφαλίσουν την ασφαλή εργασία, είναι ο προσδιορισμός των κινδύνων που εγκυμονούνται στο χώρο. Τέτοιοι κίνδυνοι μπορεί να είναι: Φυσικοί, Χημικοί και Βιολογικοί.

Έκθεση σε *Φυσικούς Κινδύνους (μηχανικούς, θερμικούς, ηλεκτρικούς, ακτινοβολίες):*

- Η χρήση των βαρειών μηχανημάτων, τα οποία δονούνται σε χαμηλή συχνότητα, που είναι όμως δυνατόν λόγω της πολύωρης και μακροχρόνιας χρήσης τους να προκαλέσουν βλάβες στην σπονδυλική στήλη των χειριστών
- Έκθεση σε όλα τα καιρικά φαινόμενα. Ο Χ.Α.Δ.Α., είναι εκτεθειμένος στις ατμοσφαιρικές συνθήκες (χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες, υγρασία, παγετός κ.λ.π.). Λόγω λοιπόν της υπαίθριας εργασίας, οι εργαζόμενοι, που ενδεχομένως να υποφέρουν από παθήσεις του αναπνευστικού ή καρδιακού συστήματος, ή ακόμη και από αρθριτικής φύσεως παθήσεις μπορούν εύκολα να επιβαρύνουν την κατάσταση της υγείας τους. Ακόμη και τους καλοκαιρινούς μήνες με τις υψηλές θερμοκρασίες και την παρατεταμένη έκθεση στον ήλιο εγκυμονείται κίνδυνος για θερμοπληξία ή ακόμη και παθήσεις του δέρματος
- Πτώσεις από ύψος ή γλίστρημα από απότομες επιφάνειες, κτυπήματα, καψίματα, εκδορές κ.λ.π.
- Θόρυβοι από τα μηχανήματα και τη συνεχή κίνηση των οχημάτων κ.λ.π.

Οι *χημικοί παράγοντες* που μπορεί να επιδράσουν αρνητικά κατά τη διάρκεια της εργασίας εντοπίζονται κυρίως στην σκόνη που δημιουργείται από τις διάφορες εργασίες (κίνηση οχημάτων, απότομες απορρίψεις χωματισμών και απορριμμάτων κ.λ.π.). Η επαφή αλλά κυρίως η εισπνοή σκόνης σε έναν Χ.Α.Δ.Α. στον οποίο αιωρείται πλήθος τοξικών και άλλων μολυσματικών παραγόντων μπορεί να γίνει αιτία για διάφορες παθήσεις κυρίως του αναπνευστικού συστήματος.

Τέλος, οι *βιολογικοί παράγοντες*, όπως τα παθογόνα βακτήρια, οι παθογόνοι ιοί, οι μύκητες που προκαλούν μυκητιάσεις, τα μικροβιακά, βιολογικά αντιγόνα, είναι υπαρκτοί κίνδυνοι από τους οποίους πρέπει να προστατεύονται οι εργαζόμενοι.

Κατά τη εκτέλεση των Τεχνικών Έργων, με σκοπό την πρόληψη εργατικών ατυχημάτων και επαγγελματικών ασθενειών, έχουν εφαρμογή οι γενικές διατάξεις για την ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων, καθώς και οι ειδικές διατάξεις που αφορούν στα τεχνικά έργα.

Στο πλαίσιο αυτό, για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων στις εργασίες αποκατάστασης του εν λόγω Χ.Α.Δ.Α., προτείνεται να λαμβάνονται τα ακόλουθα μέτρα:

- 1) Προληπτική χρήση χημικών σκευασμάτων για την καταπολέμηση ειδών όπως τρωκτικά, φίδια, σκορπιοί κ.ά. που μπορεί να εμφανισθούν στις περιοχές των εργασιών (αυτό μπορεί να εφαρμόζεται εφόσον εμφανιστεί πρόβλημα)
- 2) Λήψη μέτρων προστασίας από τους εργαζομένους προκειμένου να μην έρθουν σε επαφή με είδη αυτά, αλλά και με τα απόβλητα που έχουν διατεθεί. Είναι επιβεβλημένη η χρήση χοντρών αδιάβροχων γαντιών καθώς και ψηλών αδιάβροχων υποδημάτων (π.χ. γαλότσες), όπως επίσης φορμών εργασίας. Αναλυτικότερα:
 - i. Να χρησιμοποιούν σωστά τις μηχανές, τις συσκευές, τα εργαλεία, τις επικίνδυνες ουσίες και τα υπάρχοντα μεταφορικά μέσα
 - ii. Να χρησιμοποιούν σωστά τον ατομικό προστατευτικό εξοπλισμό, αντίστοιχο του χώρου εργασίας και της ειδικότητας τους
 - iii. Να μη θέτουν εκτός λειτουργία τους μηχανισμούς ασφαλείας των μηχανών, εργαλείων, συσκευών
 - iv. Να χρησιμοποιούν εξοπλισμό που δεν έχουν εκπαιδευτεί στη χρήση τους και δεν είναι αρμόδιοι για τη χρησιμοποίησή τους
 - v. Να μην παραμένουν σε χώρους υψηλού κινδύνου για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από το άκρως απαραίτητο για την εκτέλεση των εργασιών που τους έχει ανατεθεί
 - vi. Να φροντίζουν επιμελώς την ατομική τους καθαριότητα όπως επίσης και την καθαριότητα των χώρων εργασίας

- vii. Να αποδέχονται προγράμματα προληπτικής ιατρικής και εμβολιασμών όπως επίσης και να ενημερώνουν άμεσα το γιατρό εργασίας για κάθε πρόβλημα που είναι πιθανόν να προέρχεται από το εργασιακό περιβάλλον
 - viii. Να αναφέρουν άμεσα στον προϊστάμενό τους κάθε γεγονός που είναι πιθανόν να προκαλέσει άμεσο ή σοβαρό κίνδυνο για την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων
- 3) Συχνή αντικατάσταση των φθαρμένων μέσων προστασίας
 - 4) Σχολαστικό καθάρισμα του ιματισμού και των υποδημάτων που μολύνθηκαν από τα γεωργικά φάρμακα υγιεινολογικής σημασίας ή/και από τα απόβλητα.
 - 5) Τα χρησιμοποιούμενα για τις εργασίες διαμόρφωσης μηχανήματα συνιστάται (όχι υποχρεωτικά) να διαθέτουν κλειστές, σταθερές και αεριζόμενες καμπίνες οδηγού.
 - 6) Παρόλο τον μικρό κίνδυνο ανάπτυξης πυρκαγιάς στη φάση αυτή, πρέπει να υπάρχουν ορισμένα τεχνικά μέσα πυρόσβεσης.

Οι διατάξεις που ακολουθούν έχουν χαρακτήρα απαγορευτικό – αποτρεπτικό και περιλαμβάνονται κι αυτές στον κανονισμό λειτουργίας της μονάδας. Σύμφωνα με αυτές :

1. Απαγορεύεται η παρουσία αναρμοδίων προσώπων στο χώρο αποκατάστασης
2. Απαγορεύεται η διαλογή υλικών που έχουν απορριφθεί στο χώρο διάθεσης καθώς και η εξαγωγή-απομάκρυνσή τους από αυτόν
3. Απαγορεύεται αυστηρά η προσέγγιση ατόμου/ων σε σωρούς ή επιφάνειες απορριμμάτων
4. Απαγορεύεται ρητά κατά τη διάρκεια των εργασιών, η προσέγγιση οχήματος σε μηχανήμα διάστρωσης/συμπίεσης και αντίστροφα, σε απόσταση μικρότερη των 5 m, καθώς και η προσέγγιση μεταξύ οχημάτων σε απόσταση μικρότερη των 3 m.
5. Επί πλέον των προαναφερθέντων επισημαίνεται ότι τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τις χωματουργικές εργασίες στο Χ.Α.Δ.Α., πρέπει να πληρούν τις προβλεπόμενες από την ισχύουσα νομοθεσία προϋποθέσεις.

3.15 Έργα τελικής κάλυψης

Για τα έργα τελικής κάλυψης ακολουθείται η εφαρμογή πολυστρωματικής κάλυψης, η δομή της οποίας, ξεκινώντας από τη χαμηλότερη στρώση που βρίσκεται σε επαφή με τα απορρίμματα, είναι η παρακάτω :

3.15.1 Στρώση εξομάλυνσης

Για την εξομάλυνση του τελικού απορριμματικού ανάγλυφου, πάνω από το διαμορφωμένο ανάγλυφο, τοποθετείται μετά α) από διάστρωση και συμπίεση των απορριμμάτων και β) τη δημιουργία ενιαίων κλίσεων στα πρανή και την οροφή του σώματος του Χ.Α.Δ.Α., στρώση εξομάλυνσης πάχους της τάξης 0,50 m, από ομοιογενή εδαφικά υλικά εκσκαφών με κόκκους μέγιστης διαμέτρου 20 cm και χωρίς οργανικές ουσίες.

Πρόκειται για χαλικοαμμώδες υλικό με ελάχιστα λεπτόκοκκα (κατάταξη GW κατά USCS) με χαμηλό ποσοστό οργανικών (π.χ. ρίζες) θεωρείται υλικό κατάλληλο, με διαπερατότητα της τάξης των 10^{-2} - 10^{-1} cm/sec. Η τιμή της διαπερατότητας αυτής είναι απαραίτητη για την απαγωγή του βιοαερίου και την αποφυγή, έτσι, άσκησης πιέσεων στα υπερκείμενα στρώματα.

Γενικά το υλικό εξομάλυνσης θα είναι απαλλαγμένο από οργανικές ουσίες, όπως φύλλα, χλόη, ρίζες κλπ. Για το χαρακτηρισμό των καταλλήλων για την εξομάλυνση υλικών, ισχύει η κατάταξη των Αμερικανικών Προδιαγραφών του AASHO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIAL MANUAL) σε συνδυασμό με τα εξής:

- Οργανικά εδάφη και εδάφη που περιέχουν διατομική γη της ομάδας A-5 του AASHO θεωρούνται ακατάλληλα για τέτοιου είδους επιχώσεις.

- Υλικά που κατά AASHO κατατάσσονται στις ομάδες A-2-6, A-2-7, A-4, A-6 ή A-7 μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίχωση εφόσον δοθεί ειδική προσοχή κατά την διάρκεια της κατασκευής, ούτως ώστε να επιτευχθεί πυκνότητα μεγαλύτερα του 95% της μέγιστης τέτοιας λαμβανόμενης όπως παραπάνω, με υγρασία 95% - 100% της βέλτιστης.

Η διάστρωση θα εκτελείται κατά στρώσεις πάχους περίπου 15 cm, οι οποίες θα διαβρέχονται κατάλληλα, προκειμένου το υλικό της στρώσης να αποκτήσει μετά την εργασία συμπύκνωσης την απαιτούμενη πυκνότητα.

Στρώση στεγανοποίησης

Αποτελείται από τεχνητό γεωλογικό φραγμό. Η στρώση αυτή αποτελείται από κατάλληλο αργιλικό υλικό διαπερατότητας $K \leq 10^{-7}$ m/s και πάχους της τάξης 0,30 m.

Για την επίτευξη χαμηλού συντελεστή υδροπερατότητας πρέπει κατ' ελάχιστο να τηρούνται τα εξής:

- ⇒ Το ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού (διάμετρος κόκκων < 2 mm) να είναι τουλάχιστον 20% κατά μάζα. Το ποσοστό οργανικού κλάσματος να μην υπερβαίνει το 5% κ.β. και του ανθρακικού ασβεστίου το 20% κ.β.
- ⇒ Η στρώση θα έχει χαμηλά όρια Atterberg με σκοπό τον κατά το δυνατό περιορισμό της ρηγμάτωσης. Το όριο υδαρότητας της αργίλου δεν θα ξεπερνά το 40% και ο δείκτης πλαστικότητας θα κυμαίνεται μεταξύ 10-25%.
- ⇒ Το ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού της στρώσης, η διάμετρος του οποίου δεν θα ξεπερνά τα 32 mm, θα είναι μικρότερο ή ίσο με 40% επί του ολικού όγκου.

Η κατασκευή του φραγμού θα πραγματοποιείται στα εξής βήματα:

1. Το υλικό που θα μεταφέρεται από τους δανειοθαλάμους στο χώρο του Χ.Α.Δ.Α. ή που θα προκύψει από τις εκσκαφές, θα διαλύεται και θα κοσκινίζεται για να απομακρύνονται οι ευμεγέθεις χάλικες.
2. Αν η υγρασία του υλικού είναι διαφορετική κατά 1% έως 2% από την τελική επιδιωκόμενη τιμή η οποία θα είναι της τάξης του 2% - 3%, μεγαλύτερη της βέλτιστης υγρασίας (κατά Proctor), τότε θα διορθώνεται με την πρόσθεση νερού ή με ξήρανση. Διαφορετικά η υγρασία θα ρυθμίζεται μετά τη διάστρωση και πριν τη συμπύκνωση. Το υλικό θα συσσωρεύεται σε περιοχές μέχρι να χρησιμοποιηθεί. Σημειώνεται ότι η φυσική υγρασία του αργιλικού υλικού, είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από τη βέλτιστη (κατά 2 - 3%) και θα κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το πάχος και την έκταση της στρώσης, όπως ήδη αναφέρθηκε.
3. Κατά την κατασκευή της στεγανωτικής στρώσης, το υλικό θα μεταφέρεται στην επιφάνεια του ανάγλυφου και αν χρειαστεί θα ακολουθεί κατάλληλη επεξεργασία (με disk harrows or rotary tillers) για να αποκτήσει ομοιογένεια και να ελαττωθεί το μέγεθος των συσσωματωμάτων το οποίο θα είναι μικρότερο ή το πολύ ίσο με το μισό του πάχους της στρώσης. Στη συνέχεια θα γίνεται ο έλεγχος της υγρασίας και η ρύθμιση της ώστε να αποκτήσει την απαιτούμενη τιμή.
4. Η συμπύκνωση του φραγμού θα γίνεται σε στρώσεις πάχους 15 cm με βαθμό συμπύκνωσης τάξης του 95% της μέγιστης ξηρής πυκνότητας κατά την Πρότυπη Δοκιμή Proctor.

Η στεγανωτική στρώση θα κατασκευαστεί έτσι ώστε να προστατεύεται από καταστροφές λόγω ρωγμών ξήρανσης ή από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Η τελική επιφάνεια της στρώσης θα είναι τελείως λεία χωρίς ανωμαλίες, ρωγμές ή αποτυπώματα του εξοπλισμού συμπύκνωσης και επιπλέον να είναι απαλλαγμένη από λίθους ή χαλαρά υλικά.

Σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του φραγμού παίζει η επαρκής σύνδεση των στρώσεων μεταξύ τους ώστε να μην δημιουργούνται επίπεδα που θα αυξάνουν την οριζόντια διαπερατότητα. Για να επιτευχθεί καλή σύνδεση μεταξύ των στρώσεων, πρέπει:

- ⇒ Η επιφάνεια κάθε στρώσης θα είναι τραχεία (Sharma and Lewis, 1994) και αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με αναμόχλευση του εδάφους.
- ⇒ Η υγρασία συμπύκνωσης μεταξύ δύο διαδοχικών στρώσεων θα είναι παραπλήσια και μέσα στα προδιαγραφόμενα όρια.
- ⇒ Η διαδικασία της συμπύκνωσης θα είναι αυτή που θα έχει καθοριστεί εκ των προτέρων με την εκτέλεση του δοκιμαστικού επιχώματος. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι 4 - 6 περάσματα του μηχανήματος συμπύκνωσης θεωρούνται αρκετά για την επίτευξη του επιθυμητού βαθμού συμπύκνωσης.
- ⇒

3.15.2 Στρώση επιφάνειας

Η στρώση επιφάνειας αποτελείται από ζώνη αποστράγγισης πάχους 0,30 m και φυτόχωμα πάχους 0,70 m διαχωρισμένα μεταξύ τους με γεωύφασμα διαχωρισμού από ίνες πολυπροπυλενίου. Το εδαφικό υλικό κορυφής (φυτόχωμα) θα αποτελείται από χώμα κατάλληλο για τη φυσική ανάπτυξη πρασίνου. Η εκδήλωση και η ανάπτυξη πρασίνου θα αφεθεί στις φυσικές διαδικασίες, ώστε να επιτευχθεί μια τεχνικά ασφαλής, οικολογικά ήπια και χωρίς πρόσθετο οικονομικό κόστος φυσική επανένταξη του χώρου στη χλωρίδα και πανίδα της περιοχής. Το χώμα θα έχει αμμοαργιλώδη μηχανική σύσταση (άργιλος 5 – 15%) χωρίς ξένα σώματα και προσμίξεις, με πληρότητα και ποικιλία θρεπτικών ουσιών, κατάλληλο πορώδες για καλύτερο αερισμό των ριζών των φυτών, καλή στράγγιση αλλά και ικανοποιητική συγκράτηση υγρασίας.

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων που απαιτούνται για την παραπάνω περιγραφείσα διαμόρφωση των στρώσεων φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα υλικών.

ΔΙΑ- ΤΟΜΗ	ΧΙΛ. ΘΕΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΑΠΟΣΤ. ΜΕΤΑΞΥ	Φυτόχωμα		Ζώνη αποστράγγισης		Μονωτική στρώση απο ορυκτό		Στρώση εξομάλυνσης	
			ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ
			[m2]	[m3]	[m2]	[m3]	[m2]	[m3]	[m2]	[m3]
P1	0+000.000		0		0		0		0	
		20		670,104		289,173		287,947		476,889
P2	0+020.000		67,01		28,917		28,795		47,689	
		20		1480,201		638,344		635,892		1053,773
P3	0+040.000		81,01		34,917		34,795		57,689	
		20		1873,601		806,947		804,495		1334,774
P4	0+060.000		106,35		45,777		45,655		75,789	
		20		2148,84		924,909		922,457		1531,374
P5	0+080.000		108,534		46,713		46,591		77,349	
		9,882		1081,1		465,294		464,082		770,479
P6	0+089.882		110,27		47,457		47,335		78,589	
		4,67		515,811		221,991		221,418		367,616
P7	0+094.552		110,634		47,613		47,491		78,849	
		5,448		604,069		259,97		259,302		430,521
P8	0+100.000		111,124		47,823		47,701		79,199	
		20		2234,1		961,45		958,997		1592,274
P9	0+120.000		112,286		48,321		48,199		80,029	
		9,765		1102,351		474,379		473,181		785,679
P10	0+129.765		113,49		48,838		48,715		80,889	
		5,807		660,357		284,165		283,453		470,664
P11	0+135.572		113,945		49,032		48,91		81,214	
		4,428		505,602		217,568		217,025		360,367
P12	0+140.000		114,421		49,237		49,114		81,554	
		20		2309,349		993,7		991,247		1646,024
P13	0+160.000		116,514		50,134		50,011		83,049	
		20		2356,249		1013,801		1011,348		1679,524
P14	0+180.000		119,111		51,247		51,124		84,904	
		20		2400,699		1032,851		1030,398		1711,274
P15	0+200.000		120,959		52,039		51,916		86,224	
		29		1753,923		754,567		752,789		1250,257
P16	0+229.000		0		0		0		0	
ΣΕ ΜΕΤΑΦΟΡΑ		229		21.696		9.339		9.314		15.461

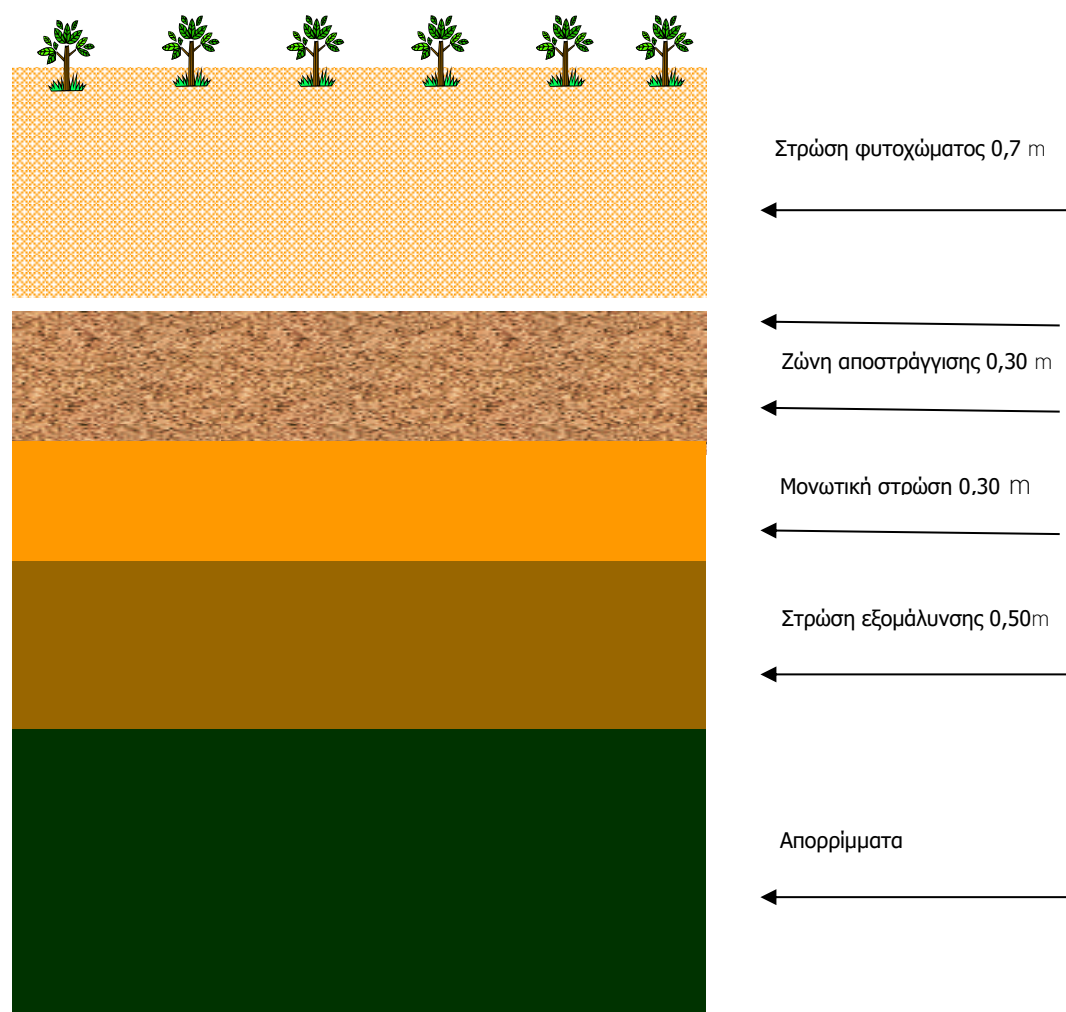
Πίνακας 12. Πίνακας υλικών για τη διαμόρφωση των στρώσεων

3.15.3 Φυτεύσεις

Οι φυτεύσεις θα αφεθούν κυρίως στο φυσικό εποικισμό, δηλαδή στην αυτόματη διαδικασία της φύσης, χωρίς την ανθρωπογενή παρέμβαση. Επιπρόσθετα μέτρα αντιδιαβρωτικής προστασίας δεν κρίνονται απαραίτητα, καθώς πρόκειται για χώρο με ήπιες κλίσεις (πρανή με κλίση 4%). Θα πραγματοποιηθούν φυτεύσεις μόνο για περιμετρική φυτοκάλυψη όπως περιγράφονται στην αναλυτική προμέτρηση και στο τιμολόγιο της παρούσας μελέτης.

Η διατομή της πολυστρωματικής κάλυψης, οι χαρακτηριστικές τομές των στρώσεων καθώς και η απόληξη των στρώσεων τελικής κάλυψης στον πόδα των διαμορφωμένων απορριμματικών αποθέσεων, φαίνεται στο σχετικό σχέδιο της παρούσας μελέτης.

Το εμβαδόν του διαμορφούμενου όγκου του Χ.Α.Δ.Α. ανέρχεται σε 31.991,026 m².



Σχήμα 12: Τομή στρώσεων τελικής κάλυψης

3.16 Τεχνική περιγραφή έργων διαχείρισης στραγγισμάτων

Οι ακόλουθες τεχνικές προδιαγραφές αφορούν στα έργα διαχείρισης στραγγισμάτων που περιλαμβάνονται στις εργασίες αποκατάστασης του Χ.Α.Δ.Α. στη θέση «Κούκος» του Δ.Δ. Νικόπολης του Δήμου Πρέβεζας. Πρέπει σε αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι αρχικά θα γίνουν οι απαραίτητοι υπολογισμοί για την εκτίμηση των παραγόμενων στραγγισμάτων στον αποκαταστημένο Χ.Α.Δ.Α., έτσι ώστε να τεκμηριωθεί η αναγκαιότητα των εν λόγω έργων.

3.16.1 Τυπικά ποιοτικά χαρακτηριστικά στραγγισμάτων

Τα στραγγίσματα οφείλουν την γένεσή τους στο νερό που εισέρχεται στον απορριμματικό όγκο λόγω υγρασίας, βροχόπτωσης ή/και ανύψωσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

Πρόκειται για ένα πολύπλοκο και εύκολα μεταβαλλόμενο μίγμα από διαλυτά οργανικά, ανόργανα και μικροβιακά συστατικά και αιωρούμενα στερεά σε υδατικό μέσο. Η μεταβλητή σύνθεση των στραγγισμάτων οφείλεται στον τύπο των απορριμμάτων που έχουν αποτεθεί στο ΧΑΔΑ, καθώς και στην ηλικία αυτών. Αν για παράδειγμα μεγάλες ποσότητες ασβεστοκονιαμάτων ή γύψου έχουν τοποθετηθεί στην λεκάνη, η αναερόβια δραστηριότητα μετατρέπει τα περισσότερα από τα θειικά σε σουλφίδια. Τα στραγγίσματα έχουν σκούρο χρώμα λόγω των σουλφιδίων του σιδήρου που δημιουργεί προβλήματα οσμής. Ο πιο σημαντικός παράγοντας που

επηρεάζει την σύνθεση των στραγγισμάτων είναι η ηλικία του ΧΑΔΑ. Νέοι ΧΑΔΑ (2-5 χρόνια λειτουργίας) χαρακτηρίζονται από υψηλές ποσότητες BOD και COD, χαμηλά pH, καλύτερη αποδόμηση και μικρές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, όπως φαίνεται και στην επόμενη παράγραφο.

Γενικά, η ποσότητα και η ποιότητα των στραγγισμάτων εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Ονομαστικά αναφέρονται η ποσότητα, η σύνθεση και πυκνότητα των απορριμμάτων, η ηλικία του ΧΑΔΑ και τα υδρολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Η ποσότητα των στραγγισμάτων αυξάνει όταν λάσπη από εγκαταστάσεις υγρών αποβλήτων προστεθεί στα αστικά στερεά απόβλητα ή όταν τα απορρίμματα είναι δεματοποιημένα. Αυτό δείχνει πως ο τρόπος λειτουργίας του ΧΑΔΑ επηρεάζει τα χαρακτηριστικά των στραγγισμάτων.

Η ποιοτική σύσταση των στραγγισμάτων που παράγονται σε ένα Χ.Α.Δ.Α. εξαρτάται από τη σύσταση των απορριμμάτων και παράγοντες όπως: Θερμοκρασία, περιεχόμενη υγρασία, προφίλ υγρασίας, στάδιο αποσύνθεσης, ικανότητα της ενδιάμεσης κάλυψης να προσροφά ρυπαντές και ποιότητα του νερού που εισέρχεται στο χώρο.

Γενικά η ποιότητα των στραγγισμάτων επηρεάζεται με ένα πολύπλοκο τρόπο από τις βιολογικές, χημικές και φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του χώρου διάθεσης. Η ποιότητα των στραγγισμάτων μεταβάλλεται σημαντικά, ανάλογα με το στάδιο της βιολογικής αποδόμησης των απορριμμάτων.

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, η οξυγενής φάση χαρακτηρίζεται από χαμηλό pH, το οποίο αυξάνει τη διαλυτότητα ανόργανων ουσιών και κυρίως μετάλλων και υψηλές τιμές BOD₅, COD, SO₄. Η σχέση BOD₅ / COD είναι σημαντικός παράγων για τη σωστή λειτουργία της βιοαποδόμησης. Κατά τη διάρκεια της οξικής ζύμωσης η σχέση αυτή πρέπει να είναι >0,4 ενώ κατά τη φάση της μεθανογένεσης παρατηρούνται τιμές BOD₅ / COD <0,1.

Οι συγκεντρώσεις του αμμωνιακού αζώτου στα στραγγίσματα είναι γενικά πολύ υψηλές, παρουσιάζουν μια μικρή αύξηση τον πρώτο χρόνο απόθεσης αλλά κατόπιν οι τιμές τους διατηρούνται σταθερές. Επίσης τα στραγγίσματα παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές, χλωριούχων και φυσικά διαλυμένων στερεών.

Από τις μέχρι τώρα παρατηρήσεις και τη διεθνή εμπειρία, οι οργανικές ουσίες δείχνουν τάση μείωσης της συγκέντρωσής τους όσο αυξάνεται η ηλικία του χώρου. Γενικά τα στραγγίσματα χαρακτηρίζονται ως ισχυρώς ρυπαίνοντα υγρά απόβλητα και απαιτούν πριν από την τελική τους διάθεση κατάλληλη επεξεργασία.

Από άποψη φυσικοχημικών / βιολογικών διεργασιών, κατά τη διάρκεια ζωής ενός ΧΑΔΑ εξελίσσονται, συνήθως παράλληλα, τρεις κατηγορίες αντιδράσεων:

1. Αερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος

Για αυτή την κατηγορία των αντιδράσεων απαιτείται η ύπαρξη οξυγόνου. Για το λόγο αυτό, τέτοιου είδους αποσύνθεση συμβαίνει κατά την πρώτη χρονική περίοδο της απόθεσης (ακόμα και σε συνθήκες υψηλής συμπίεσης και στεγανότητας) με την κατανάλωση του οξυγόνου που εγκλωβίζεται κατά την ταφή. Επίσης αυτή η αποσύνθεση είναι συχνά η κυρίαρχη σε μικρά βάθη, κοντά στην επιφάνεια των ΧΔΑ, λόγω της παρουσίας ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Προφανώς, στο βαθμό που τα απορρίμματα δεν συμπιέζονται κατάλληλα ή δεν χρησιμοποιείται κατάλληλο υλικό επικάλυψης ή δεν γίνεται απόθεση με βάση συγκεκριμένο σχέδιο, είναι δυνατό οι αερόβιες διεργασίες να κυριαρχούν για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Τα προϊόντα της αερόβιας αποσύνθεσης είναι διοξείδιο του άνθρακα, νερό, μερικά αποδομημένες ενώσεις του άνθρακα καθώς και η θερμότητα που παράγεται από αυτές τις αντιδράσεις. Κατά τη διάρκεια της αερόβιας αποσύνθεσης, η παραγωγή στραγγισμάτων είναι σχετικά μικρή έως και αμελητέα, διότι τα απόβλητα δεν έχουν φτάσει στην υγρασία κορεσμού τους ακόμα. Έτσι η συνεισφορά αυτών των διεργασιών στα στραγγίσματα οφείλεται στη διάλυση

υδατοδιαλυτών ουσιών από τα νερά της βροχής που κατεισδύουν (άλατα και οργανικά δευτερευόντως) καθώς και σε σωματίδια.

2. Όξινη αναερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος

Η δεύτερη, χρονικά, φάση αποδόμησης του οργανικού κλάσματος είναι η όξινη αναερόβια αποσύνθεση, η οποία δεν παράγει μεθάνιο. Με τη σταδιακή κατανάλωση του οξυγόνου, στην απόθεση δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες και οι μικροοργανισμοί που ευνοούνται από τις αναερόβιες συνθήκες γίνονται πολυπληθέστεροι και τελικά κυριαρχούν. Κατά τη φάση αυτή παράγονται υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών οξέων, αμμωνία, υδρογόνο, διοξείδιο του άνθρακα καθώς και μερικά αποδομημένες οργανικές ενώσεις.

Η παραγωγή υψηλών ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και των οργανικών οξέων έχουν σαν αποτέλεσμα να μειώνεται το pH στην περιοχή 5,5 – 6,5 με συνεπακόλουθο την διευκόλυνση της διάλυσης περισσότερων οργανικών και ανόργανων ουσιών στα στραγγίσματα. Έτσι, η συνεισφορά αυτής της φάσης στα στραγγίσματα ανεβάζει την αγωγιμότητά τους και τα εμπλουτίζει σε διαλυμένες ουσίες.

3. Αναερόβια αποσύνθεση με παραγωγή μεθανίου

Μετά την όξινη αναερόβια αποσύνθεση, με την ακόμα μεγαλύτερη κατανάλωση του διαθέσιμου οξυγόνου, το δυναμικό οξειδοαναγωγής μειώνεται, με συνέπεια την έναρξη της τρίτης φάσης της αποσύνθεσης, κατά την οποία τα μεθανογενή βακτήρια κυριαρχούν στις βιολογικές διεργασίες. Αυτά τα βακτήρια καταναλώνουν οργανικό κλάσμα και παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, νερό και κάποια ποσότητα θερμότητας. Χαρακτηριστικό αυτής της διεργασίας είναι ο σχετικά αργός ρυθμός της που έχει σαν αποτέλεσμα τη συντήρηση της για πολλά χρόνια.

Τα μεθανογενή βακτήρια καταναλώνουν μεγάλο μέρος των οργανικών οξέων, είτε κατευθείαν είτε με τη βοήθεια ενδιάμεσων μετασχηματισμών μετατρέποντας αυτά σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, με επακόλουθο τη σταδιακή άνοδο του pH στα επίπεδα μεταξύ 7-8. Έτσι, τα στραγγίσματα περιέχουν λιγότερες διαλυμένες ουσίες και σαφώς μειωμένο οργανικό φορτίο.

Πολύ συχνά, σε αυτή τη φάση παράγεται άζωτο και υδρόθειο, ενώ το υδρογόνο που έχει παραχθεί σε προηγούμενες φάσεις καταναλώνεται, με ταχύτατους ρυθμούς.

Χρονικά, η έναρξη της μεθανογενούς φάσης μπορεί να γίνει μετά από 6 μήνες έως και μερικά χρόνια, από την απόθεση των αποβλήτων. Όσο περισσότερη υγρασία έχουν τα απορρίμματα τόσο πιο γρήγορα μπορεί να ξεκινήσει η μεθανογενής φάση, ενώ απότομες αλλαγές στην υγρασία και την κίνηση του νερού ενδέχεται να διακόψουν τη μεθανογενή φάση, λόγω καταστροφής των μεθανογενών βακτηρίων. Το βέλτιστο pH για τα μεθανογενή βακτήρια είναι στο εύρος 6,7 – 7,5. Ωστόσο ακόμα και σε μεγαλύτερο εύρος, μεταξύ 5 και 9, εξακολουθεί να υπάρχει κάποια δραστηριότητα μεθανογενών βακτηρίων. Οι βέλτιστες θερμοκρασίες για τα μεσοφιλικά βακτήρια είναι της τάξης των 30-35° C, ενώ για τα θερμοφιλικά βακτήρια είναι της τάξης των 45° C.

Η θερμοκρασία του ΧΑΔΑ καθορίζει ποιο είδος βακτηρίων κυριαρχεί κατά την αναερόβια αποσύνθεση. Σε θερμοκρασίες κάτω από 10- 15° C, η αναερόβια αποσύνθεση μειώνεται δραστικά. Ο λόγος άνθρακα προς άζωτο πρέπει να είναι στην τάξη μεγέθους του 16:1 για τα μεθανογενή βακτήρια.

Κατά τη φάση αυτή, χαρακτηριστικό των στραγγισμάτων είναι το σχεδόν ουδέτερο pH, η χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα και χαμηλό δείκτη TDS (Total Dissolved Solids).

Οι πολύπλοκες αλληλοεπιδράσεις μεταξύ υδατικού ισοζυγίου και βιολογικής αποσύνθεσης στ' απορρίμματα έχουν σαν συνέπεια την εμφάνιση μεγάλων διακυμάνσεων στην ποιοτική και ποσοτική σύσταση των στραγγισμάτων. Παρόλα αυτά είναι δυνατή η συλλογή αρκετών στοιχείων που επιτρέπουν μία εκτίμηση ποσοτική και ποιοτική της σύνθεσης των στραγγισμάτων.

Σύσταση στραγγισμάτων

Η παραγωγή των στραγγισμάτων όπως προαναφέρθηκε επηρεάζεται κυρίως από:

- Τις κλιματολογικές συνθήκες,
- Τη μορφολογία της περιοχής,
- Τον τρόπο λειτουργίας του χώρου διάθεσης των απορριμμάτων,
- Την ηλικία των απορριμμάτων και
- Τη σύστασή τους.

Οι οργανικές ουσίες αποτελούν τη σημαντικότερη επιβάρυνση των στραγγισμάτων και είναι το κυριότερο κριτήριο για την εκτίμηση της ποιότητάς τους. Οι σπουδαιότερες παράμετροι για την παραπάνω εκτίμηση είναι το:

- BOD₅ (Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο),
- COD (Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο), και
- TOC

Οι παραπάνω παράμετροι εξαρτώνται από:

- Την ηλικία του ΧΑΔΑ,
- Το είδος της εφαρμοσμένης συμπίεσης και
- Τη σύνθεση των απορριμμάτων.

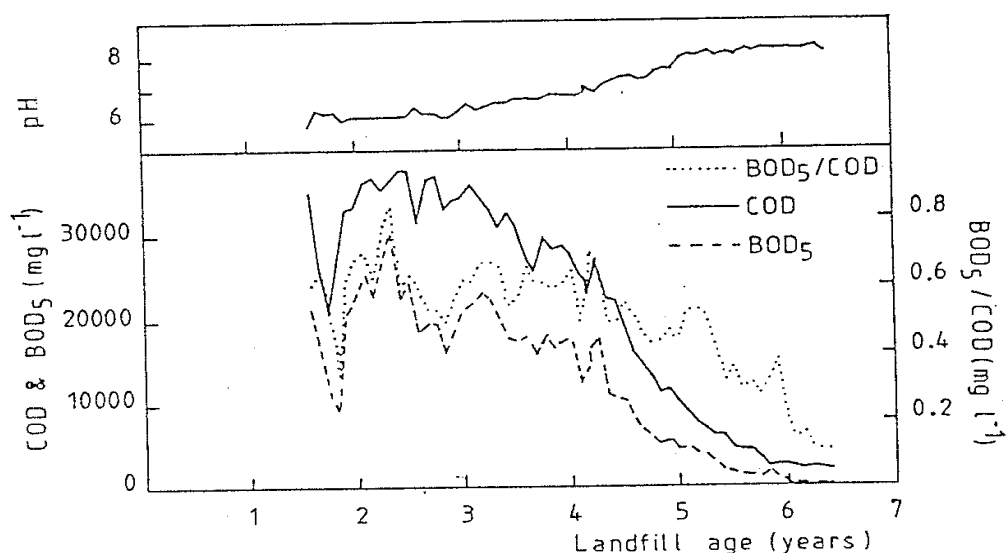
Τα ανόργανα στοιχεία των στραγγισμάτων χωρίζονται ανάλογα με τη διαχρονική εξέλιξη των συγκεντρώσεών τους σε τρεις κατηγορίες:

- Στοιχεία με διαχρονική εξέλιξη συγκέντρωσης (Fe, Ca, Mg, Mn, Zn),
- Στοιχεία με μακροπρόθεσμα ελαφρά αυξανόμενη συγκέντρωση (Cl, N₄⁺, K, Na), και
- Στοιχεία με τυχαίες διακυμάνσεις συγκεντρώσεων (NO, P και βαρέα μέταλλα Pb, Ni, As, Cu, Cd, Cr, Co).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το πλέον καθοριστικό στοιχείο για την αποτίμηση της «ηλικίας» των στραγγισμάτων και της φάσης εξέλιξης των φυσικοχημικών διεργασιών που τα παράγουν είναι ο λόγος BOD/ COD. Λίγο μετά την απόθεση των απορριμμάτων στον ΧΑΔΑ, η αρχική διαδικασία δημιουργίας οξέων λαμβάνει χώρα και οδηγεί σε στραγγίσματα με υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών. Τα υψηλά BOD και COD δημιουργούνται λόγω των πτητικών λιπαρών οξέων. Λόγω αυτής της μεταβολικής παραγωγής και του γεγονότος ότι τα οικιακά στερεά απόβλητα έχουν μικρή αλκαλικότητα, το pH πέφτει και φτάνει σε τέτοιες τιμές ώστε να είναι αδύνατη η δημιουργία μεθανίου.

Έτσι κατά την πρώτη περίοδο της βιολογικής σταθεροποίησης, τα περισσότερα οργανικά εκπέμπονται σε υγρή μορφή. Μετά από αυτή την περίοδο, και όταν το pH ανεβαίνει σε πιο ουδέτερες τιμές, το περισσότερο μέρος από τον οργανικό άνθρακα μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο.

Στη δεύτερη αυτή φάση, η συγκέντρωση των οργανικών στα στραγγίσματα πέφτει με υψηλούς ρυθμούς. Επιπλέον, το ποσοστό του βιολογικά αποδομημένου τμήματος του οργανικού κλάσματος σε σχέση με τη συνολική οργανική ύλη πέφτει ταυτόχρονα. Αυτό φαίνεται και από την πτώση των τιμών στο πηλίκιο BOD₅/COD. Κατά την διάρκεια αυτής της δεύτερης περιόδου, το pH των στραγγισμάτων ανεβαίνει καθώς η γένεση μεθανίου δημιουργεί συνθήκες πιο αλκαλικές. Με αυτό τον τρόπο τα στραγγίσματα φτάνουν σε μια περιοχή pH 6,3 – 7,5. Τα παραπάνω φαίνονται και στο Διάγραμμα που ακολουθεί στο οποίο παρουσιάζεται η εξέλιξη βασικών παραμέτρων των στραγγισμάτων με το χρόνο. (Πηγή: Landfill Gas, from environment to energy, COMMISSION of the EC, 1992)



Στους ακόλουθους πίνακες παρατίθενται τυπικά στοιχεία της σύστασης των στραγγισμάτων (ανάλογα με τη φάση αποδόμησης που βρίσκονται τα απορρίμματα).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Ο.	ΕΥΡΟΣ
Φάση οξικής ζύμωσης		
pH	6.1	4.5-7.5
BOD ₅ (mg/l)	13.000	4.000-40.000
COD (mg/l)	22.000	6.000-60.000
BOD ₅ /COD	0.58	-
SO ₄ (mg/l)	500	70-1.750
Ca (mg/l)	1.20	10-2.500
Mg (mg/l)	470	50-1.150
Fe (mg/l)	780	20-2.100
Mn (mg/l)	25	0.3-65
Zn (mg/l)	5	0.1-120
Φάση μεθανογένεσης		
pH	8	7.5-9
BOD ₅ (mg/l)	180	20-550
COD (mg/l)	3.000	500-4.500
BOD ₅ /COD		-
SO ₄ (mg/l)	80	10-420
Ca (mg/l)	60	20-600

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Ο.	ΕΥΡΟΣ
Mg (mg/l)	180	40-350
Fe (mg/l)	15	3-280
Mn (mg/l)	0.7	0.03-45
Zn (mg/l)	0.6	0.03-4

Πίνακας 13. Τιμές ποιοτικής σύστασης στραγγισμάτων για παραμέτρους με διάφορες μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογενεσης

Πηγή: H.J. Ehrig "Leachate-Quality" in Sanitary Landfilling: Process Technology and Environmental Impact

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Ο.	ΕΥΡΟΣ
Cl (mg/l)	2.100	100-5.000
Na (mg/l)	1.350	50-4.000
K (mg/l)	1.100	10-2.500
alkalinity (mg CaCO ₃ /l)	6.700	300-11.500
NH ₄ (mg N/l)	750	30-3.000
orgN (mg N/l)	600	10-4.250
total N (mg N/l)	1.250	50-5.000
NO ₃ (mg N/l)	3	0.1-50
NO ₂ (mg N/l)	0.5	0.25
total P (mg P/l)	6	0.1-30
AOX (μg Cl/l)	2.000	320-3.500
As (μg/l)	160	5-1.600
Cd (μg/l)	6	0.5-140
Co (μg/l)	55	4-950
Ni (μg/l)	200	20-2.050
Pb (μg/l)	90	8-1.020
Cr (μg/l)	300	30-1.600
Cu (μg/l)	80	4-1.400
Hg (μg/l)	10	0.2-50

Πίνακας 14. Τιμές ποιοτικής σύστασης στραγγισμάτων για παραμέτρους χωρίς διάφορες μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογενεσης

Πηγή: H.J. Ehrig "Leachate-Quality" in Sanitary Landfilling: Process Technology and Environmental Impact

Στον υπό μελέτη Χ.Α.Δ.Α., με βάση και την ηλικία των αποβλήτων, εκτιμάται ότι προσεγγιστικά η σύσταση των στραγγισμάτων θα είναι η τυπική ποιοτική σύσταση που παρουσιάστηκε στον προηγούμενο πίνακα.

Προβλήματα και ενδεχόμενοι κίνδυνοι από την διαφυγή στραγγισμάτων

Όπως είναι φανερό από την προαναφερθείσα σύσταση των στραγγισμάτων, η διαφυγή τους από το χώρο διάθεσης απορριμμάτων είναι επικίνδυνη για το περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, η διαφυγή των στραγγισμάτων μπορεί να προκαλέσει:

- ρύπανση εδαφών, με άμεσο κίνδυνο της εισόδου τους στην τροφική αλυσίδα, σε περιοχές με καλλιέργειες ή κτηνοτροφία,
- ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα, με προφανείς κινδύνους για τη δημόσια υγεία.

Για τους παραπάνω λόγους, σε όλους τους σύγχρονους οργανωμένους χώρους υγειονομικής ταφής, λαμβάνονται ειδικά μέτρα για την αποφυγή της διαρροής στραγγισμάτων στο περιβάλλον και σχεδιάζεται προσεκτικά η διαχείρισή τους.

Ο σοβαρότερος παράγοντας που καθορίζει την ποσότητα των παραγομένων στραγγισμάτων είναι η ποσότητα των όμβριων που εισέρχονται στη μάζα των απορριμμάτων. Για το λόγο αυτό, το πρώτο μέτρο μείωσης των στραγγισμάτων είναι η αποτροπή της διείσδυσης των όμβριων στη μάζα των απορριμμάτων.

Πέρα από αυτό, συνήθως προβλέπεται στεγανοποίηση του πυθμένα και των πρανών του χώρου απόθεσης των απορριμμάτων, στραγγιστήριои αγωγοί εγκιβωτισμένοι σε στρώσεις από χαλίκι, συλλογή, επεξεργασία και επανακυκλοφορία των στραγγισμάτων κ.λ.π.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι η παραγωγή στραγγισμάτων είναι ένα φαινόμενο στενά εξαρτημένο από τις κλιματολογικές συνθήκες, τη μορφολογία της περιοχής, τον τρόπο λειτουργίας του χώρου διάθεσης των απορριμμάτων, την ηλικία και τη σύστασή των απορριμμάτων. Οι παραπάνω παράγοντες επηρεάζουν, στο σύνολό τους, τη σύσταση των στραγγισμάτων.

3.16.2 Ποσοτικά χαρακτηριστικά στραγγισμάτων

Ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ποσότητας των παραγομένων στραγγισμάτων και στηρίζεται στα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής του υπό μελέτη Χ.Α.Δ.Α. Γενικά για έργα Χ.Α.Δ.Α. και Χ.Υ.Τ.Α., το υδατικό ισοζύγιο εκφράζεται από την εξίσωση:

$$L=(P-R-E) \times A-a \times W$$

όπου:

L = η αναμενόμενη ποσότητα νερού που διηθείται στη μάζα των απορριμμάτων

P= ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις (m)

R= επιφανειακή απορροή από το χώρο (m)

E= εξατμισοδιαπνοή (m)

A= η επιφάνεια για την οποία υπολογίζεται η παραγωγή των στραγγισμάτων (m²)

a= η απορροφητική ικανότητα των απορριμμάτων

W= η ποσότητα των απορριμμάτων ανά έτος

Για τον υπολογισμό της ποσότητας των στραγγισμάτων θεωρείται ότι η εκτός του χώρου περιοχή αποστραγγίζεται αποτελεσματικά και δεν εισέρχονται υπόγεια και όμβρια ύδατα στην μάζα του Χ.Α.Δ.Α. Επίσης δεν υπάρχουν διαφυγές προς τον υδροφόρο ορίζοντα.

Ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου για το δυσμενέστερο σενάριο, γίνεται λαμβάνοντας υπόψη:

1. Την έκταση του αποκατεστημένου χώρου μετά την τελική κάλυψη, με εμβαδόν 31.991,026 m².
2. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης (P), το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι P_{ετήσιο} = 72,68 mm.
3. Τα μέσα μηνιαία ύψη βροχόπτωσης, όπως δίνονται από τα μετεωρολογικά στοιχεία του Πίνακα 8 της παρούσας μελέτης.
4. Το συντελεστή επιφανειακής απορροής (C), οποίος λόγω της στρώσης τεχνητού γεωλογικού φραγμού και των υπερκείμενων στρώσεων, για λόγους ασφαλείας συνιστάται να λαμβάνεται ίσος με C = 75%.
5. Την εξατμισοδιαπνοή, που συνιστάται να υπολογίζεται με τη μέθοδο του Thornthwaite.

Η εξατμισοδιαπνοή (ET) παριστά το σύνολο των πραγματικών απωλειών ύδατος από την εξάτμιση εδαφών και φυτοκαλύψεως και από την διαπνοή της χλωρίδας. Η Δυναμική (δυναμική) εξατμισοδιαπνοή (ETP) παριστά την εξατμισοδιαπνοή που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί, αν υπήρχε πάντοτε περίσσειμα υγρασίας στις αντίστοιχες επιφάνειες. Για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιείται η δυναμική (δυναμική) εξατμισοδιαπνοή. Ο υπολογισμός της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής μπορεί να γίνει με α) απλές εμπειρικές σχέσεις β) ημι-εμπειρικές σχέσεις και γ) συνολικές θεωρητικές σχέσεις. Ο υπολογισμός της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με την εμπειρική σχέση του Thornthwaite:

$$ETP = PE = (PE)_x * \frac{DT}{360}, (mm / μήνα)$$

όπου:

PE = διορθωμένη τιμή της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής, (mm/μήνα)

(PE)_x = μέση τιμή της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής =

$$16 \times \left(\frac{10T_i}{I_t} \right)^{\alpha} \text{ mm/μήνα}$$

T_i = Η μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) σύμφωνα με τα δεδομένα,

I_t = Ο ετήσιος δείκτης θερμότητας, όπου $I_t = \sum_{i=1}^{12} i_j$,

i_j = Ο μηνιαίος δείκτης θερμότητας, και i_j = 0,09 x T_i^{3/2}, και

α = 0,016 I + 0,5

DT/360 = 0,1217 x P',

P' = Ποσοστό ωρών ημέρας του συγκεκριμένου μήνα ανά έτος (Μηνιαίο ποσοστό επί τις εκατό, P' των ετήσιων ωρών ημέρας για γεωγραφικά πλάτη από 33° μέχρι 47° βόρεια του Ισημερινού - Θ. Ξανθόπουλος)

6. Την απορροφητική ικανότητα των απορριμμάτων (a), που για λόγους ασφαλείας λαμβάνεται a=0, θεωρώντας ότι τα απορρίμματα είναι κορεσμένα σε υγρασία (σε αποκατεστημένο χώρο η συνεισφορά των απορριμμάτων στο υδατικό ισοζύγιο είναι αμελητέα).

Με βάση τα παραπάνω με χρήση υπολογιστικού φύλλου εργασίας υπολογίστηκαν οι διηθήσεις στον απορριμματικό όγκο και ακολουθεί ο πίνακας 15 όπου παρουσιάζεται η μηνιαία και η μέση ημερήσια ποσότητα στραγγισμάτων μετά την ολοκλήρωση των έργων αποκατάστασης .

ΜΗΝΕΣ	P [mm]	ETP [mm]	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των [m ³ /μήνα]	Ημερήσια παραγωγή [m ³ /d]
ΙΑΝ	97,10	25,44	573,26	19,11
ΦΕΒ	107,20	31,43	606,16	20,21
ΜΑΡ	80,00	48,38	252,93	8,43
ΑΠΡ	63,30	76,71	0,00	0,00
ΜΑΪ	34,60	128,19	0,00	0,00
ΙΟΥΝ	10,30	186,25	0,00	0,00
ΙΟΥΛ	7,90	213,98	11,33	0,38
ΑΥΓ	15,50	206,40	22,65	0,76
ΣΕΠ	45,20	154,00	45,31	1,51
ΟΚΤ	109,00	97,67	90,62	3,02
ΝΟΕ	172,80	54,69	944,87	31,50
ΔΕΚ	129,30	30,45	790,79	26,36
ΣΥΝΟΛΟ	872,20	1.253,59	3.337,92	
Μέγιστη ημερήσια παραγωγή [m³/d]				31,50
Μέση ημερήσια παραγωγή [m³/d]				9,27

Πίνακας 15. Υπολογισμός παραγομένης ποσότητας στραγγισμάτων βάσει των κλιματολογικών δεδομένων της άμεσης περιοχής του έργου

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:	Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Tsobanoglous G., Thiesen H., Vigil S.A., "Integrated Solid Waste Management") ο συντελεστής επιφανειακής απορροής είναι ίσος με 80% για Χ.Α.Δ.Α. στους οποίους η μέση κλίση της οροφής του απορριμματικού ανάγλυφου είναι 7% και η στεγανωτική στρώση από συμπιεσμένη άργιλο. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης λαμβάνεται υπέρ ασφαλείας συντελεστής επιφανειακής απορροής ίσος με 75%.
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ:	Μέση ετήσια θερμοκρασία: 17,15°C Μέση ετήσια βροχόπτωση: 72,68 mm Συντελεστής α: 1,778 Ετήσιος θερμικός δείκτης: 79,87

Ακόμη, για να τεκμηριωθεί περισσότερο η αναγκαιότητα του προτεινόμενου έργου υπολογίστηκε και η παραγωγή στραγγισμάτων στην υφιστάμενη κατάσταση (πριν την έναρξη των εργασιών αποκατάστασης).

Η επιφανειακή απορροή στην υφιστάμενη κατάσταση λήφθηκε ίση με 40 % της βροχόπτωσης

Για την πληρότητα των υπολογισμών, θεωρήθηκαν τα ακόλουθα:

- Ενεργός επιφάνεια παλαιού χώρου απόθεσης 74 στρέμματα
- Ενεργός επιφάνεια διαμορφωμένου χώρου απόθεσης 32 στρέμματα (μετά την ολοκλήρωση του έργου της αποκατάστασης).
- Η επιφανειακή απορροή, μετά την τελική κάλυψη φτάνει στο 75%, με την χρήση στεγανοποιητικών στρώσεων και συστήματος απορροής των όμβριων.
- Με τον περιορισμό της ποσότητας των εισερχόμενων όμβριων υδάτων, η παραγωγή στραγγισμάτων σταδιακά τείνει προς τον μηδενισμό, λόγω του φαινομένου της αποστράγγισης του χώρου στα υποκείμενα περατά πετρώματα.

Με βάση όλα τα παραπάνω, υπολογίστηκαν:

- Η παραγωγή στραγγισμάτων στην υφιστάμενη κατάσταση (ως τέτοια θεωρείται η περίοδος πριν την αποκατάσταση του έργου).
- Η παραγωγή στραγγισμάτων κατά το πρώτο, το πέμπτο και το δέκατο έτος μετά την υλοποίηση του έργου της αποκατάστασης.

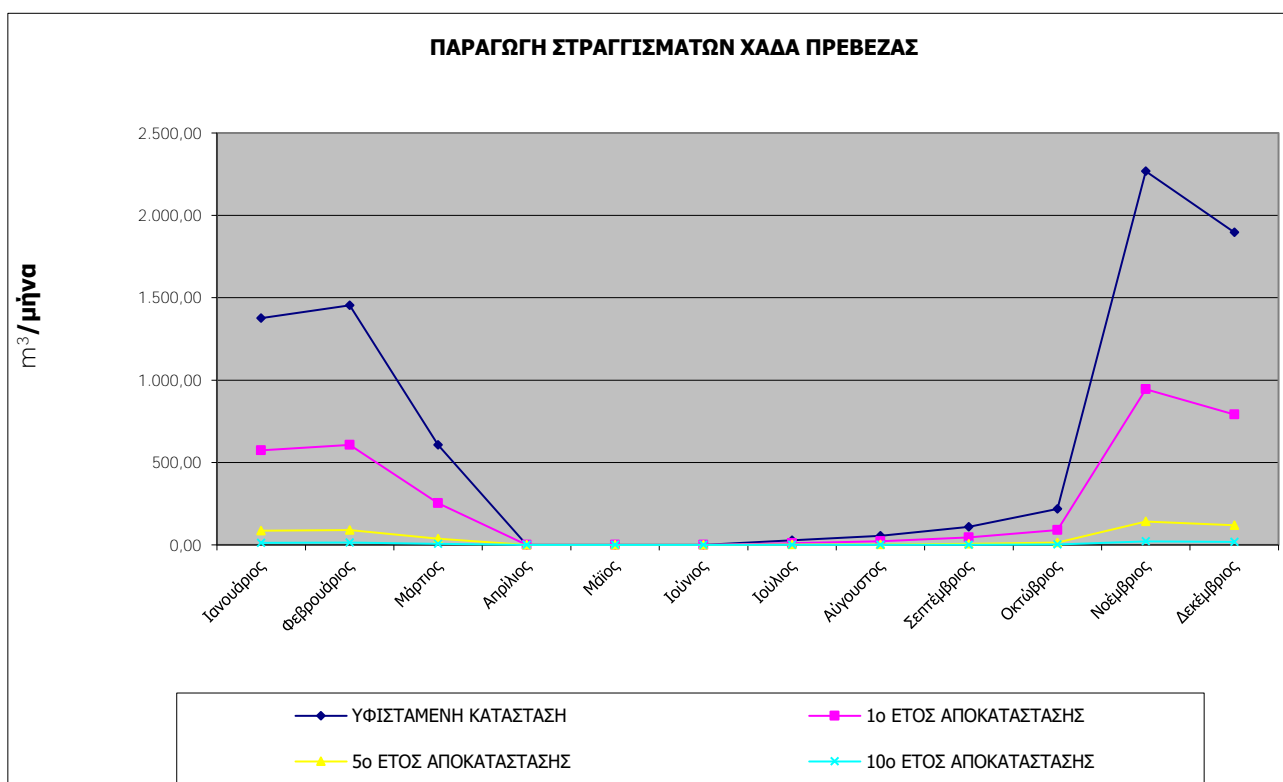
ΜΗΝΑΣ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ		
		(1ο έτος)	(5ο έτος)	(10ο έτος)
Ιανουάριος	1.375,83	573,26	85,99	12,90
Φεβρουάριος	1.454,79	606,16	90,92	13,64
Μάρτιος	607,03	252,93	37,94	5,69
Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00

ΜΗΝΑΣ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ		
		(1ο έτος)	(5ο έτος)	(10ο έτος)
Μάιος	0,00	0,00	0,00	0,00
Ιούνιος	0,00	0,00	0,00	0,00
Ιούλιος	27,18	11,33	1,70	0,25
Αύγουστος	54,37	22,65	3,40	0,51
Σεπτέμβριος	108,74	45,31	6,80	1,02
Οκτώβριος	217,48	90,62	13,59	2,04
Νοέμβριος	2.267,68	944,87	141,73	21,26
Δεκέμβριος	1.897,89	790,79	118,62	17,79
ετήσια	8.011,00	3.337,92	500,69	75,10

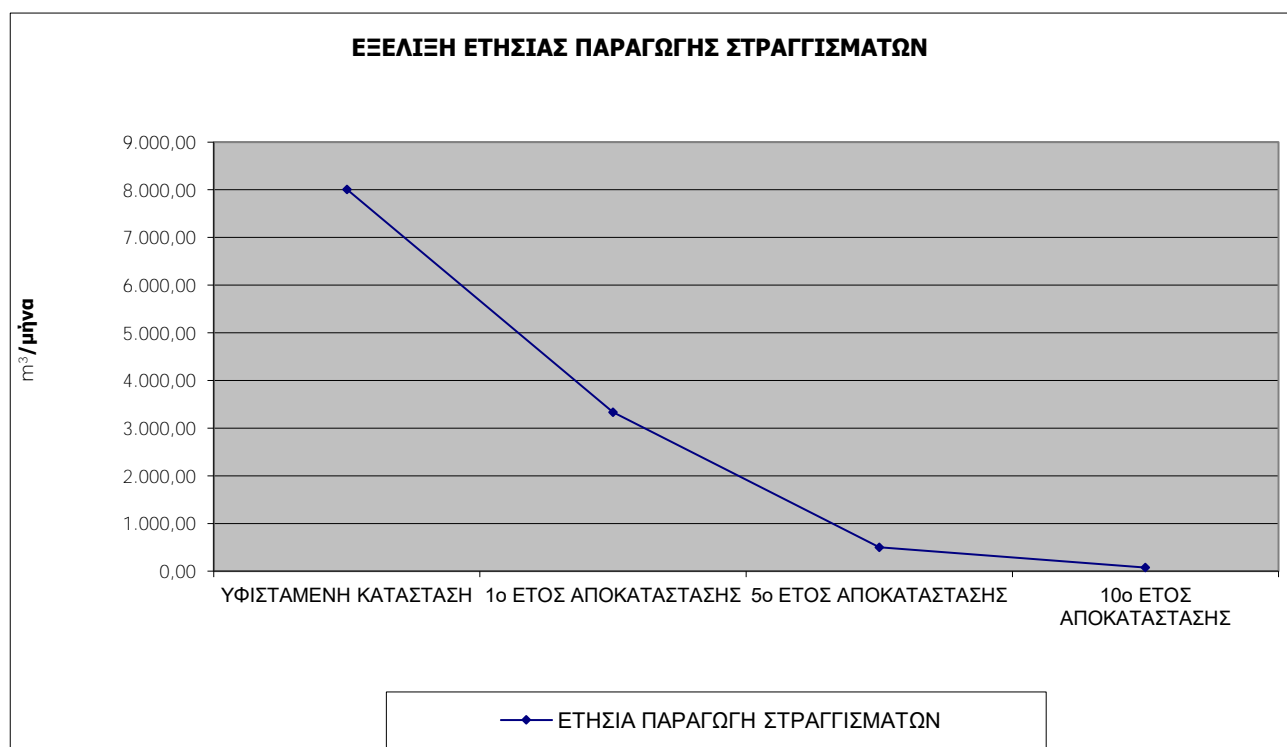
Πίνακας 16. Υπολογισμός παραγομένης ποσότητας στραγγισμάτων πριν και μετά την κατασκευή των έργων

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται:

- η μηνιαία παραγωγή στραγγισμάτων
- η εξέλιξη της ετήσιας ποσότητας των στραγγισμάτων



Σχήμα 13. ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ στραγγισμάτων



Σχήμα 14. ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ στραγγισμάτων

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτουν τα ακόλουθα **συμπεράσματα**:

- Η παραγόμενη ποσότητα στραγγισμάτων στο Χ.Α.Δ.Α., σήμερα, φτάνει τα 8.000 κυβικά μέτρα τον χρόνο. Τα στραγγίσματα αυτά διηθούνται ανεξέλεγκτα στο έδαφος και στα υπόγεια νερά, προκαλώντας σημαντική ρύπανση.
- Με την υλοποίηση του έργου της αποκατάστασης και την τελική κάλυψη του χώρου όπως περιεγράφηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο της παρούσας η παραγόμενη ποσότητα θα μειωθεί δραστικά από το πρώτο κιόλας έτος, πέφτοντας περίπου στα 3.400 κυβικά μέτρα τον χρόνο (μείωση κατά 58%), ενώ μετά τον 5^ο χρόνο οι παραγόμενες ποσότητες είναι πρακτικά αμελητέες.

Σ' αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί πως γενικά στους υπολογισμούς στραγγισμάτων των αποκατεστημένων Χ.Α.Δ.Α. παρατηρείται το εξής φαινόμενο:

Λόγω της μεγάλης επιφανειακής απορροής, της απορροφητικότητας των εδαφικών στρώσεων και της μεγάλης εξατμισοδιαπνοής για μεγάλο τμήμα του έτους το ισοζύγιο είναι αρνητικό, δηλαδή δεν παράγονται στραγγίσματα, ενώ ακόμα και για την χειμερινή περίοδο, οι προβλέψεις βάσει υπολογισμών δεν είναι αξιόπιστες.

Για αυτό βάσει των συστάσεων της Εγκυκλίου 19 με Α.Π. οικ. 135977/5051/14-12-2005 με θέμα: «Πρότυπες Οριστικές Μελέτες Έργων Αποκατάστασης Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (Χ.Α.Δ.Α.)» υπολογίζεται (στον Πίνακα 18) η παραγωγή στραγγισμάτων σύμφωνα με τις παραδοχές της εν λόγω Εγκυκλίου οι οποίες και παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 17 και συγκρίνεται με τις αντίστοιχες ποσότητες των πινάκων 15 & 16.

	ΦΥΤΟΚΑΛΥΜΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΜΗ ΦΥΤΟΚΑΛΥΜΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	20%	25%
ΕΑΡΙΝΗ – ΦΘΙΝΟΠΩΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	10%	15%
ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	5%	5%

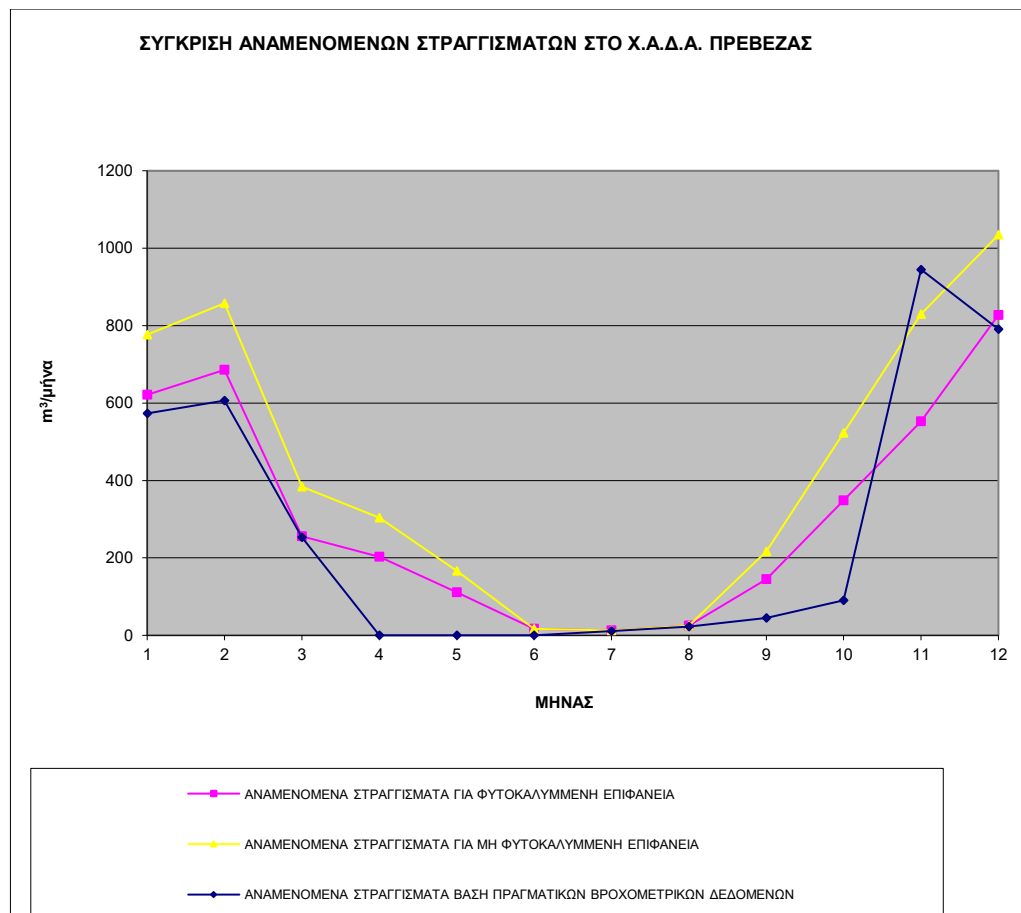
Πίνακας 17. Ποσότητα παραγομένων στραγγισμάτων (% της βροχόπτωσης)

Τα αποτελέσματα για την παραγωγή στραγγισμάτων στον εξεταζόμενο Χ.Α.Δ.Α. βάσει των παραδοχών του προηγούμενου πίνακα παρουσιάζονται ακολούθως.

ΜΗΝΕΣ	Ρ [mm]	ΕΤΡ [mm]	Μηνιαία παραγωγή στραγγισμάτων [m ³ /μήνα]		Ημερήσια παραγωγή στραγγισμάτων [m ³ /d]	
			Με φυτοκάλυψη	Χωρίς φυτοκάλυψη	Με φυτοκάλυψη	Χωρίς φυτοκάλυψη
ΙΑΝ	97,10	25,44	621,44	776,80	20,71	25,89
ΦΕΒ	107,20	31,43	686,08	857,60	22,87	28,59
ΜΑΡ	80,00	48,38	256,00	384,00	8,53	12,80
ΑΠΡ	63,30	76,71	202,56	303,84	6,75	10,13
ΜΑΪ	34,60	128,19	110,72	166,08	3,69	5,54
ΙΟΥΝ	10,30	186,25	16,48	16,48	0,55	0,55
ΙΟΥΛ	7,90	213,98	12,64	12,64	0,42	0,42
ΑΥΓ	15,50	206,40	24,80	24,80	0,83	0,83
ΣΕΠ	45,20	154,00	144,64	216,96	4,82	7,23
ΟΚΤ	109,00	97,67	348,80	523,20	11,63	17,44
ΝΟΕ	172,80	54,69	552,96	829,44	18,43	27,65
ΔΕΚ	129,30	30,45	827,52	1.034,40	27,58	34,48
ΣΥΝΟΛΟ	872,20	1.253,59	3.804,64	5.146,24		
Μέγιστη ημερήσια παραγωγή [m³/d]					27,58	34,48
Μέση ημερήσια παραγωγή [m³/d]					10,57	14,30

Πίνακας 18. Υπολογισμός παραγομένης ποσότητας στραγγισμάτων

Στο ακόλουθο Διάγραμμα γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων του υπολογισμού βάσει των πραγματικών κλιματολογικών δεδομένων στην άμεση περιοχή του Χ.Α.Δ.Α. με αυτά που προκύπτουν από τον υπολογισμό της ποσότητας των παραγόμενων στραγγισμάτων με τις παραδοχές της εγκυκλίου 19:



Σχήμα 15. σύγκριση ποσοτήτων παραγομένων στραγγισμάτων

Καθώς η τελική στρώση κάλυψης του αποκαταστημένου ΧΑΔΑ είναι 70 cm φυτόχωμα αναμένεται η φυσική φυτοκάλυψη, επομένως η ετήσια παραγωγή στραγγισμάτων μετά το πέρας των εργασιών αποκατάστασης του εν λόγω Χ.Α.Δ.Α. υπολογίζεται (ακολουθώντας τις κατευθύνσεις της εγκυκλίου 19) σε 3.804,64 m³/yr, ποσότητα μεγαλύτερη από την αντίστοιχη που υπολογίστηκε αναλυτικά και παρουσιάστηκε στους Πίνακες 15 & 16 (3.337,92 m³/yr). Χάριν ασφαλείας η διαστασιολόγηση των έργων διαχείρισης στραγγισμάτων θα γίνει με χρήση της μεγαλύτερης τιμής.

Επομένως η παραγωγή στραγγισμάτων κατά το πρώτο, το πέμπτο και το δέκατο έτος μετά την υλοποίηση του έργου της αποκατάστασης θα είναι όπως παρουσιάζεται στον επόμενο Πίνακα.

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ		
	(1ο έτος)	(5ο έτος)	(10ο έτος)
Ιανουάριος	621,44	93,22	13,98
Φεβρουάριος	686,08	102,91	15,44
Μάρτιος	256,00	38,40	5,76
Απρίλιος	202,56	30,38	4,56
Μάιος	110,72	16,61	2,49
Ιούνιος	16,48	2,47	0,37
Ιούλιος	12,64	1,90	0,28
Αύγουστος	24,80	3,72	0,56
Σεπτέμβριος	144,64	21,70	3,25
Οκτώβριος	348,80	52,32	7,85
Νοέμβριος	552,96	82,94	12,44
Δεκέμβριος	827,52	124,13	18,62
ετήσια	3.804,64	570,70	85,60

Πίνακας 19. Υπολογισμός παραγομένης ποσότητας στραγγισμάτων (σε m^3) σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της εγκυκλίου 13

3.16.3 Προτεινομένη διαχείριση στραγγισμάτων

Οι στόχοι του σχεδίου διαχείρισης είναι:

- Η δραστική μείωση της ποσότητας των ομβρίων που εισέρχεται στα απορρίμματα, με άμεσο αποτέλεσμα τη δραστική μείωση της ποσότητας των παραγομένων στραγγισμάτων από τη μάζα των απορριμμάτων του ενεργού ΧΔΑ.
- Η ασφαλής συλλογή και μεταφορά των στραγγισμάτων σε δεξαμενή συλλογής σε χώρο κατάντη του Χ.Α.Δ.Α. και η μεταφορά τους σε Ε.Ε.Λ. για περαιτέρω επεξεργασία τους. Άμεση συνέπεια της υλοποίησης αυτού του στόχου θα είναι η ελαχιστοποίηση των διαφυγόντων στραγγισμάτων και η ασφαλής διάθεσή τους.

Ο πρώτος στόχος (μείωση των ομβρίων που εισέρχονται στα απορρίμματα) καθώς ο χώρος δε δέχεται όμβρια ύδατα από ανάντη λεκάνες απορροής εξυπηρετείται από τα εξής έργα:

- ✓ Κατασκευή τάφρου συλλογής ομβρίων περιμετρικά του χώρου απόθεσης απορριμμάτων
- ✓ Συνολική διαμόρφωση του τελικού ανάγλυφου των απορριμμάτων. Με τη διαμόρφωση του χώρου περιορίζονται και οι εκπομπές των στραγγισμάτων, καθώς γι' αυτό αρκεί να μειωθούν οι εισροές και να περιοριστούν οι εκροές από το Χ.Α.Δ.Α. Οι εισροές μπορούν να μειωθούν με τη μείωση της κατείδυσης, την αύξηση της εξατμισοδιαπνοής και της απορροής από την επιφάνεια του Χ.Α.Δ.Α., καθώς και τη μείωση των εισερχόμενων

επιφανειακών απορροών. Η κατείσδυση περιορίζεται με την μείωση της έκτασης. Η έκταση του χώρου περιορίζεται με τη συμμόρφωση του απορριμματικού όγκου, δηλαδή το συμμάζεμα του Χ.Α.Δ.Α. προκειμένου αυτό να αποτελεί μία όσο το δυνατόν ομοιογενή μάζα. Η συμμόρφωση γίνεται έτσι ώστε στην επιφάνεια να διαμορφώνεται μία τέτοια κλίση που να διευκολύνει την απορροή των κατακρημνισμάτων από την επιφάνεια του Χ.Α.Δ.Α. προς την παραπάνω τάφρο. Η εξατμισοδιαπνοή μπορεί να αυξηθεί με τη στεγάνωση του ανάγλυφου του Χ.Α.Δ.Α. όπως αυτή περιγράφηκε στο αντίστοιχο Κεφάλαιο. Με αυτό τον τρόπο η ταχύτητα κατείσδυσης θα μειωθεί σημαντικά, δίνοντας έτσι παραπάνω χρόνο στην εξατμισοδιαπνοή για να δράσει.

Ο δεύτερος στόχος (ασφαλής, ομοιόμορφη συλλογή στραγγισμάτων και επεξεργασία τους) εξυπηρετείται:

- ✓ Από την κατασκευή συστήματος συλλογής στραγγισμάτων
- ✓ Από την παρακολούθηση της ποιότητας των στραγγισμάτων με δειγματοληψίες από τη δεξαμενή αποθήκευσης καθώς και από τις γεωτρήσεις, όπου και ελέγχεται η ποιότητα του νερού του υδροφόρου ορίζοντα για τυχόν διαφυγές από το χώρο του Χ.Α.Δ.Α.

3.16.4 Προτεινόμενο δίκτυο συλλογής στραγγισμάτων

Η κίνηση των στραγγισμάτων μέσα στο σώμα των απορριμμάτων οφείλεται στη βαρύτητα, στην ύπαρξη κενών, στη διάστρωσή τους και στις διάφορες συγκεντρώσεις των ρύπων. Είναι αναμενόμενο πως το μεγαλύτερο ποσοστό από τα παραγόμενα στραγγίσματα θα οδηγηθούν στον πυθμένα της χωματερής ενώ ένα μικρότερο ποσοστό θα οδηγηθεί πλευρικά στα όρια της χωματερής και θα εμφανιστούν σε βάθος 1-1,5 μέτρου εξαιτίας του ημιπερατού του πυθμένα της χωματερής καθώς και της υγρασίας του από τα ήδη υπάρχοντα στραγγίσματα. Χάριν ασφαλείας στην παρούσα μελέτη γίνεται υπερεκτίμηση των πλευροδιηθημάτων και εκτιμάται πως θα είναι της τάξης του 50%. Η αναμενόμενη συλλογή στραγγισμάτων σε βάθος ενός μέτρου κάτω από το υφιστάμενο ανάγλυφο, στον πόδα του τελικά διαμορφωμένου πρανούς της χωματερής, θα πραγματοποιηθεί με ημιδιάτρητους αγωγούς διαμέτρου Φ250 HDPE 6 ATM συνολικού μήκους 677,21 m. Οι αγωγοί θα τοποθετηθούν εντός τάφρου βάθους 1,5 m και πλάτους 80 εκατοστών, ο πυθμένας της οποίας θα επιστρωθεί από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 30 εκατοστών. Η τάφρος θα πληρωθεί, από κάτω προς τα πάνω, με χάλικες οδοστρωσίας σε ύψος 40 εκατοστών. Μέσα σ' αυτή τη στρώση θα τοποθετηθεί ο ημιδιάτρητος αγωγός συλλογής και σε ύψος λίγων εκατοστών από τη στάθμη του διαμορφωμένου πυθμένα. Ο αγωγός θα εδράζεται σε στρώμα άμμου πάχους 15 cm. Στη συνέχεια θα τοποθετηθεί χονδρόκοκκο υλικό επίχωσης σε ύψος 0,95 εκατοστών μέχρι πάνω. Στην εξωτερική πλευρά της τάφρου θα κατασκευασθεί τοιχείο από σκυρόδεμα πάχους 30 cm και ύψους (βάθους) 1,5 m και η πιθανότητα διαρροής στραγγισμάτων θα εξαιρεθεί με την τοποθέτηση μεμβράνης στεγάνωσης στο τοιχείο και τον πυθμένα της τάφρου. Η ζώνη αποστράγγισης θα καταλήγει στο χείλος της τάφρου ομβρίων για να διευκολύνει την επιφανειακή απορροή των ομβρίων προς την τάφρο συλλογής αυτών. Στο Σχέδιο Λ10 παρουσιάζεται μια τυπική τομή του δικτύου συλλογής των στραγγισμάτων. Όπως φαίνεται στο σχέδιο Ε1 της γενικής διάταξης των έργων θα κατασκευασθούν 13 κλάδοι συλλεκτήριων αγωγών οι οποίοι θα οδηγούν τα στραγγίσματα που θα παραλαμβάνουν, μέσω φρεατίων, σε αγωγό αποχέτευσης ακαθάρτων από τσιμεντοσωλήνα σειράς 150 συνολικού μήκους περίπου 140 m που θα μεταφέρει τα στραγγίδια σε δεξαμενή συλλογής. Αυτή, σύμφωνα με την εγκύκλιο 19 του ΥΠΕΧΩΔΕ, πρέπει να έχει ελάχιστη χωρητικότητα ικανή να αποθηκεύει για 5 ημέρες ποσότητα στραγγισμάτων ίση με τη μέγιστη ημερήσια παροχή του δυσμενέστερου μήνα προσαυξημένη κατά 50%.

Το ποσοστό συλλογής στραγγισμάτων εκτιμάται ότι φτάνει το 50% και οι ποσότητές τους παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 20. Στην τελευταία στήλη του Πίνακα παρουσιάζεται η

ημερήσια ποσότητα στραγγισμάτων που θα συλλεχθούν στη δεξαμενή. Επομένως η δεξαμενή συλλογής θα πρέπει να έχει λειτουργικό όγκο τουλάχιστον 104 m³.

Επιλέγεται για λειτουργικούς λόγους, καθώς τα στραγγίσματα θα μεταφέρονται στον βιολογικό της πόλης της Πρέβεζας η κατασκευή δεξαμενής καθαρού όγκου 200 m³.

ΜΗΝΑΣ	ΣΥΛΛΕΓΟΜΕΝΑ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΑ (σε m ³)			ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ
	1ο ΕΤΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	5ο ΕΤΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	10ο ΕΤΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	1ο ΕΤΟΣ
Ιανουάριος	310,72	46,61	6,99	10,36
Φεβρουάριος	343,04	51,46	7,72	10,36
Μάρτιος	128,00	19,20	2,88	4,27
Απρίλιος	101,28	15,19	2,28	3,38
Μάιος	55,36	8,30	1,25	1,85
Ιούνιος	8,24	1,24	0,19	0,27
Ιούλιος	6,32	0,95	0,14	0,21
Αύγουστος	12,40	1,86	0,28	0,41
Σεπτέμβριος	72,32	10,85	1,63	2,41
Οκτώβριος	174,40	26,16	3,92	5,81
Νοέμβριος	276,48	41,47	6,22	9,22
Δεκέμβριος	413,76	62,06	9,31	13,79
ετήσια	1.902,32	285,35	42,80	13,79

Πίνακας 20. Υπολογισμός συλλεγόμενης ποσότητας στραγγισμάτων

Οι συλλεκτήριοι αγωγοί, όπως ήδη αναφέρθηκε, θα είναι κατασκευασμένοι από HDPE επειδή η χημική συμπεριφορά του είναι πολύ καλή απέναντι στην παρουσία των στραγγισμάτων (leachate) του ΧΑΔΑ. Με σκοπό τον καθαρισμό των αγωγών, οι απολήξεις αυτών δεν θα είναι διάτρητες. Στόχος είναι η δυνατότητα καθαρισμού των σωλήνων με την χρήση υψηλής πίεσης νερού - jetting - που αποτελεί μία από τις αποτελεσματικότερες τεχνικές.

Έλεγχος και παρακολούθηση των στραγγισμάτων

Για τον έλεγχο και την παρακολούθηση της σύστασης, της ποσότητας και της υπεδάφιας μετανάστευσης των στραγγισμάτων θα υλοποιηθεί πρόγραμμα παρακολούθησης το οποίο συνοπτικά περιλαμβάνει:

- ✓ Τακτικές δειγματοληψίες από γεωτρήσεις εκτός του χώρου και
- ✓ Δειγματοληψίες από τα φρεάτια βιοαερίου και τη δεξαμενή στραγγισμάτων

3.17 Τεχνική περιγραφή έργων διαχείρισης βιοαερίου

3.17.1 Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά βιοαερίου

Στους χώρους διάθεσης απορριμμάτων παρατηρείται το φαινόμενο της «μεθανογένεσης», δηλ. της δημιουργίας και εκπομπής του βιοαερίου της χλωματερής το οποίο παράγεται κατά την αναερόβια αποδόμηση του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων, με βασικά συστατικά του το μεθάνιο (CH_4) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Η κατ' όγκον αναλογία των συστατικών του είναι της τάξης του 50 / 50, ενώ η όλη διαδικασία ολοκληρώνεται σε τέσσερα ταυτόχρονα εξελισσόμενα στάδια, ως εξής:

Αρχικά υδρολύονται από ένζυμα οι αδιάλυτες μεγαλομοριακές οργανικές ενώσεις (λίπη, πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες).

Κατόπιν λαμβάνει χώρα παραπέρα αποδόμηση της οργανικής ύλης με την δράση οξεοπαραγωγών βακτηρίων σε οργανικά οξέα, αλκοόλες, αλδεΐδες, CO_2 και H_2 .

Τα προϊόντα αυτά είναι ασταθή ενδιάμεσα, τα οποία κάτω από την δράση των οξικών βακτηρίων καταλήγουν σε CH_3COOH , H_2 και CO_2 .

Τελικά, τα CH_3COOH , H_2 & CO_2 χρησιμοποιούνται από τα μεθανοπαραγωγά βακτήρια σαν υπόστρωμα για τον τελικό σχηματισμό του μεθανίου (CH_4).

Ως αιτίες της δημιουργίας αερίων θα μπορούσαν να αναφερθούν οι μικροβιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα, η εισροή του αέρα στα απορρίμματα και η παρουσία του στο πορώδες των απορριμμάτων και του εδάφους.

Η αποδόμηση των απορριμμάτων μπορεί να γίνεται είτε αερόβια είτε αναερόβια. Μετά την απόθεση των απορριμμάτων αρχίζει πρώτα η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα που σταδιακά μειώνεται με ταυτόχρονη αύξηση της παραγωγής μεθανίου. Μείωση επίσης παρατηρείται και στο οξυγόνο που βρίσκεται στον πορώδη χώρο των απορριμμάτων καθώς και στο άζωτο. Η ποσότητα αλλά και η σύσταση των παραγομένων αερίων επηρεάζεται από πάρα πολλούς παράγοντες, με πιο σημαντικούς την σύσταση των απορριμμάτων, την υγρασία και τις θερμοκρασίες που επικρατούν εντός και εκτός των απορριμμάτων.

Σε πρώτο στάδιο γίνεται αερόβια αποσύνθεση των απορριμμάτων, λόγω της επαφής τους με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Η αερόβια αποσύνθεση είναι πολύ μεγαλύτερη στην άνω επιφάνεια του σώματος των απορριμμάτων, λόγω της περίσσειας οξυγόνου που υπάρχει εκεί. Τα τελικά προϊόντα της αερόβιας αποσύνθεσης είναι διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Αντίθετα στα βαθύτερα στρώματα της απόθεσης, οδηγούμαστε γρήγορα σε έλλειψη αέρα και έχουμε αναερόβια ζύμωση, η οποία οδηγεί σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Στην αναερόβια αποσύνθεση των απορριμμάτων, μπορούμε να διακρίνουμε δύο στάδια, την οξυδογενή και την μεθανογενή ζύμωση, που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Η μεθανογενής ζύμωση είναι μια διαδικασία γενικά επιθυμητή σε χώρους ταφής απορριμμάτων και είναι η κύρια διαδικασία που οδηγεί στην εξαφάνιση της οργανικής ύλης. Στην διάρκεια του σταδίου της μεθανογένεσης, η μετατροπή της οργανικής ύλης είναι κατευθείαν ανάλογη με την παραγωγή μεθανίου. Υπάρχουν τουλάχιστον δέκα διαφορετικά είδη βακτηριδίων που παίζουν μεγάλο ρόλο στην μεθανογένεση.

Το καθένα από αυτά έχει περιορισμένη επίδραση σε ορισμένες μόνο οργανικές ουσίες. Παράλληλα υπάρχουν αρκετές πολύπλοκες οργανικές ουσίες για τις οποίες απαιτείται η συνεργασία πολλών διαφορετικών βακτηριδίων για να παραχθεί τελικά το μεθάνιο. Τέλος μια κρίσιμη παράμετρος είναι ότι το ποσοστό αναπαραγωγής των μεθανογενών βακτηριδίων είναι μικρότερο από αυτό των οξυδογενών. Κατά συνέπεια, αν για κάποιο λόγο διακοπεί η μεθανογένεση είναι πολύ δύσκολο να ξαναρχίσει.

Σύσταση βιοαερίου

Οι συστάσεις που παρουσιάζονται κατά τις χρονικές φάσεις παραγωγής του βιοαερίου φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΤΑΦΗΣ (ΜΗΝΕΣ)	N ₂ %	CO ₂ %	CH ₄ %
0-3	5.2	88	5
3-6	3.8	76	21
6-12	0.4	65	29
12-18	1.1	52	40
18-24	0.4	53	47
24-30	0.2	52	48
30-36	1.3	46	51
36-42	0.9	50	47
42-48	0.4	51	48

Πίνακας 21. Τυπική εκατοστιαία σύσταση βιοαερίου κατά τη διάρκεια των πρώτων σαρανταοκτώ μηνών από την αποπεράτωση της ταφής

ΠΗΓΗ: «SOLID WASTES», G.Tchobanoglous, H. Theisen, R. Eliassen, McGRAW HILL

Μια καλύτερη εικόνα για την σύσταση του βιοαερίου δίνει ο επόμενος πίνακας:

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ% κ.ο
Μεθάνιο	CH ₄	0-85
Διοξείδιο άνθρακα	CO ₂	0-88
Μονοξείδιο άνθρακα	CO	0-3

Υδρογόνο	H ₂	0-3.6
Οξυγόνο	O ₂	0-31
Άζωτο	N ₂	0-82.5
Αμμωνία	NH ₃	0-0.35 ppm
Υδρόθειο	H ₂ S	0-70 ppm

Πίνακας 22. Κυρία οργανικά και ανόργανα συστατικά βιοαερίου

ΠΗΓΗ: «LANDFILL GAS, FROM ENVIRONMENT TO ENERGY», COMMISSION OF THE E.C., 1992

Το βιοαέριο μπορεί να παράγεται με σχετικά σταθερό ρυθμό για περίοδο μεγαλύτερη από δέκα (10) χρόνια, αν και σε άλλες χώρες σημαντικές συγκεντρώσεις μεθανίου έχουν μετρηθεί σε χωματερές σαράντα και πλέον χρόνια αφότου έχουν κλείσει.

Προβλήματα και ενδεχόμενοι κίνδυνοι από την παραγωγή βιοαερίου

Περιβαλλοντικοί λόγοι επιβάλλουν την αντιμετώπιση του προβλήματος της ανεξέλεγκτης διαφυγής του βιοαερίου, για την αποφυγή σοβαρών παρενεργειών και κινδύνων, όπως αυτοί που αναφέρονται στη συνέχεια:

- Μερικά από τα συστατικά της βιοαποδόμησης όπως το υδρόθειο (H₂S) και οι μερκαπτάνες (RSH) δημιουργούν σοβαρότατα προβλήματα δυσοσμίας στις περιοχές που βρίσκονται κοντά σε χωματερές. Αυτό δημιουργεί σημαντικά προβλήματα αισθητικής του χώρου.
- Το βιοαέριο από μόνο του δεν είναι εκρηκτικό αέριο. Είναι όμως υψηλά εκρηκτικό και μπορεί να αποτελέσει πηγή αναφλέξεων και εκρήξεων όταν βρεθεί σε αναλογία 5-15% στον ατμοσφαιρικό αέρα.
- Έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην φυσιολογία της χωματερής και ιδιαίτερα κατά την φάση της ανάπτυξής της, λόγω της ασφυξίας την οποία υφίστανται τα φυτά από την είσοδο του βιοαερίου στις ρίζες τους και την αφαίρεση του περιεχόμενου οξυγόνου από αυτές.
- Εγκυμονεί κινδύνους ανεξέλεγκτης ρύπανσης λόγω διαρροών μέσω υπόγειων ρηγμάτων, με τους συνεπαγόμενους κινδύνους σε γειτονικές προς την χωματερή περιοχές (φαινόμενο "μετανάστευσης"). Η μετανάστευση του βιοαερίου, που αποτελεί και τον σημαντικότερο κίνδυνο της ανεξέλεγκτης διαφυγής του, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως τα γεωλογικά χαρακτηριστικά, το κλίμα και τις εδαφικές συνθήκες της χωματερής. Η απόσταση που το αέριο μπορεί να μεταναστεύσει δίνεται (με βάση παρατηρήσεις πεδίου) από την σχέση: $D = 10 * H$, όπου:

D = απόσταση μετανάστευσης κατώτερου ορίου εκρηκτικότητας

H = βάθος απορριμμάτων κάτω από το επίπεδο της γης και πάνω από τον ορίζοντα του νερού.

Μετά τα όσα περιγράφηκαν για τα προβλήματα που η παραγωγή βιοαερίου εγκυμονεί, είναι φανερό ότι ένα σύστημα διαχείρισης και παρακολούθησης του (monitoring system) είναι απαραίτητο. Το monitoring είναι αναγκαίο ακόμα και για την περίοδο μετά την κατασκευή του δικτύου συλλογής (σε οργανωμένο χώρο υγειονομικής ταφής) και πρέπει να εφαρμοστεί σε περιοχές μέσα στην χωματερή και εκτός αυτής, κύρια προς την διεύθυνση περιοχών όπου υπάρχουν δραστηριότητες (risk areas). Παράλληλα με τα προβλήματα που η παρουσία του βιοαερίου συνεπάγεται, μια θετική του επίπτωση (λόγω της σύστασής του) είναι η δυνατότητα χρησιμοποίησής του σαν καύσιμο. Προϋπόθεση γι' αυτό είναι η ύπαρξη και ανάλυση στοιχείων

για την χωματερή και η διαμόρφωση ενός μοντέλου βέλτιστης, οικονομοτεχνικά, λύσης του προβλήματος.

Παράγοντες που επιδρούν στην παραγωγή μεθανίου

Η παραγωγή μεθανίου είναι μια κοινή φυσική διαδικασία αλλά συγχρόνως πολύ ευαίσθητη. Η μεθανογενής φάση, όπως προαναφέρθηκε, απαιτεί ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος και επομένως μπορεί εύκολα να διαταραχθεί.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή μεθανίου, συνοπτικά είναι :

- ✓ Υγρασία
- ✓ Διείσδυση νερού
- ✓ Θερμοκρασία
- ✓ Αλκαλικότητα, Δυναμικό οξειδοαναγωγής, pH
- ✓ Χημική σύνθεση των απορριμμάτων
- ✓ Η παρουσία οξυγόνου, που είναι ένας από τους πιο βασικούς παράγοντες που αναστέλλουν την αναερόβια αποσύνθεση. Κατά συνέπεια η καλή συμπίεση των απορριμμάτων είναι βασικός όρος για την παραγωγή μεθανίου.

Οι παράγοντες που επιδρούν στην διαδικασία της ζύμωσης των απορριμμάτων διακρίνονται στις εξής κατηγορίες :

1. άμεσοι παράγοντες θεωρούνται εκείνοι οι παράγοντες, του άμεσου περιβάλλοντος των βακτηριδίων, από τους οποίους εξαρτάται η παραγωγή του αερίου της ζύμωσης.
2. ενδιάμεσοι παράγοντες θεωρούνται εκείνοι που επηρεάζουν το περιβάλλον των μικροοργανισμών χωρίς όμως να είναι συστατικά στοιχεία αυτού. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η διείσδυση νερού.
3. λειτουργικοί παράγοντες είναι οι μακροσκοπικοί παράγοντες στους οποίους μπορούμε να ενεργήσουμε τεχνικά είτε κατά τον σχεδιασμό του χώρου διάθεσης είτε κατά την λειτουργία του. Οι λειτουργικοί παράγοντες διαιρούνται σε δύο ομάδες. Η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική πίεση και οι βροχοπτώσεις, αποτελούν τους ανεξέλεγκτους παράγοντες στους οποίους η επέμβαση δεν είναι δυνατή. Οι υπόλοιποι παράγοντες θεωρούνται ελέγξιμοι. Τέτοιοι παράγοντες είναι:
 - η αρχική εκλογή της τοποθεσίας του χώρου διάθεσης
 - η τοπογραφία και η υδρολογία του χώρου διάθεσης
 - ο τρόπος τοποθέτησης των απορριμμάτων
 - το μέγεθος της συμπίεσης των απορριμμάτων
 - η εκλογή του υλικού επικάλυψης
 - τα μέτρα αδιαβροχοποίησης των απορριμμάτων

Άλλες ενέργειες βελτίωσης μπορούν να προβλεφθούν με τρόπο ευκαιριακό ή και ενσωματωμένο στο σύστημα της λειτουργίας της απόθεσης.

1. Η προσθήκη νερού, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να καλυτερεύσει σημαντικά την παραγωγή του αερίου. Στην περίπτωση αυτή ένας έλεγχος επί τόπου είναι αναγκαίος για να αποφευχθεί η παραπέρα ρύπανση των νερών. Μπορεί ακόμα να προβλεφθεί η επαναφορά αυτού του νερού στην απόθεση.
2. Η προσθήκη CaCO_3 μπορεί να ανεβάσει το pH ή να μειώσει τις διακυμάνσεις του. Ας σημειωθεί πως το Ca(OH)_2 δεν μπορεί να αντικαταστήσει το CaCO_3 επειδή μπορεί να προκαλέσει την εξολόθρευση των οξυδογενών βακτηριδίων, με μία αύξηση του pH κατά την πρώτη φάση της αναερόβιας αποσύνθεσης, γεγονός που δεν είναι επιθυμητό γιατί μπορεί να αναστείλει την παραγωγή μεθανίου.

3. Η προσθήκη λασπών των εγκαταστάσεων καθαρισμού ή των βόθρων μπορεί να χρησιμοποιείται για την συμπλήρωση αζώτου στα απορρίμματα. Έτσι βελτιώνεται, συγχρόνως, το ποσοστό υγρασίας και επιταχύνεται η διαδικασία της ζύμωσης με τη συμπληρωματική προσθήκη πληθυσμού βακτηριδίων.

Διάρκεια παραγωγής βιοαερίου

Η διάρκεια παραγωγής βιοαερίου, εξαρτάται και αυτή από μια σειρά παράγοντες, όπως αυτοί που προαναφέρθηκαν. Ωστόσο μια καλή προσέγγιση, για τα συνηθισμένα αστικά απορρίμματα είναι ότι μετά τα 20 χρόνια (από την ημέρα ταφής τους) η παραγωγή βιοαερίου είναι πολύ μικρή και μετά τα 30 χρόνια (από την ημέρα ταφής τους) αμελητέα. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στα στοιχεία του παρακάτω πίνακα.

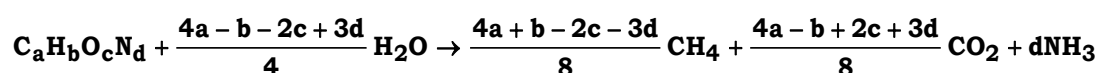
ΕΙΔΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	ΡΥΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ	ΗΜΙΣΕΙΑ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ	ΖΩΗ
τρόφιμα, υπολείμματα κουζίνας	Πολύ γρήγορος	1 χρόνος	
Απορρίμματα κήπων	Γρήγορος	5 χρόνια	
Χαρτί, χαρτόνι, ξύλο, ύφασμα	Αργός	15 χρόνια	
Πλαστικά, δέρμα, λάστιχα, αδρανή	ΔΕΝ ΑΠΟΔΟΜΟΥΝΤΑΙ	-	

Πίνακας 23. Ημίσεια ζωή αποδόμησης για διαφορά υλικά

για την τεκμηρίωση της απαίτησης ή μη έργων διαχείρισης βιοαερίου στον υπό μελέτη χ.α.δ.α. είναι αναγκαία η εκτίμηση του παραγόμενου βιοαερίου από τον αποκατεστημένο απορριμματικό όγκο του Χ.Α.Δ.Α. Το δυναμικό παραγωγής του εκτιμάται με τους ακόλουθους υπολογισμούς.

3.17.2 Υπολογισμός παραγομένου βιοαερίου

Η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου μπορεί να υπολογιστεί από τη στοιχειομετρία της παρακάτω εξίσωσης:



Το οργανικό κλάσμα που βιοαποδομείται κατηγοριοποιείται στο ταχέως βιοαποδομούμενο κλάσμα (3 - 5 έτη), το μετρίως βιοαποδομούμενο και το βραδέως βιοαποδομούμενο κλάσμα. Το ταχέως βιοαποδομούμενο κλάσμα αποτελείται κυρίως από ζυμώσιμα (τροφές) και το μετρίως από χαρτιά και γεωργικά υπολείμματα (φύλλα, γρασίδι, κ.α.). Το βραδέως βιοαποδομούμενο κλάσμα αποτελείται κυρίως από υφάσματα, λάστιχα, δέρματα, ξύλα και διάφορα άλλα οργανικά. Για τον υπολογισμό τόσο της ποσότητας του αναμενόμενου βιοαερίου (απόδοση) όσο και του ρυθμού απόδοσης υπάρχουν διάφορα μοντέλα υπολογισμού, τα πλέον αξιόπιστα των οποίων βασίζονται στην βιοαποδομησιμότητα της οργανικής ύλης που περιέχεται στα απορρίμματα.

Τυπικές αβεβαιότητες σε σταθερές που επηρεάζουν την παραγωγή του βιοαερίου και την μοντελοποίηση του είναι:

- Ο τρόπος απόθεσης των απορριμμάτων, το ιστορικό και η σύνθεσή τους, ειδικότερα για παλιές χωματερές.
- Βιολογικές παράμετροι, πχ. θρεπτικά συστατικά, pH, βακτήρια, θερμοκρασία, υγρασία.
- Αποτελεσματικότητα συλλογής, που κυμαίνεται μεταξύ 40-90%.
- Περιεχόμενη υγρασία, η οποία είναι δύσκολο να μετρηθεί ή να εκτιμηθεί και είναι διακεχυμένη χρονικά αλλά και τοπικά.

Με βάση την διεθνή εμπειρία η ποσότητα βιοαερίου που μπορεί να ανακτηθεί κυμαίνεται στο 40-75% της θεωρητικά παραγόμενης ή 60-180 m³/ton απορριμμάτων. Σε πολλές μελέτες χρησιμοποιείται ως μέση τιμή 100m³/ton απορριμμάτων ή 10m³/ton απορριμμάτων & έτος.

Στην παρούσα μελέτη ο υπολογισμός της παραγόμενης ποσότητας βιοαερίου υπολογίστηκε με τη βοήθεια του λογισμικού LandGEM v.2.01 (Landfill Gas Estimation Model). Το εν λόγω λογισμικό χρησιμοποιείται ευρέως από την Αμερικανική Υπηρεσία Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency – EPA) και υπολογίζει:

- Τις εκπομπές από μια απόθεση απορριμμάτων με βάση τον ετήσιο ρυθμό απόθεσης, τη χρονική διακύμανση και τη συνολική χωρητικότητα του χώρου.
- Τις εκπομπές όχι μόνο των κυρίων συστατικών του βιοαερίου (CH₄ και CO₂) αλλά και των ιχνοαερίων που η περιεκτικότητά τους δεν ξεπερνά το 1%.

Το LandGEM βασίζεται στην εξίσωση που περιγράφει τις αντιδράσεις 1ης τάξεως, δηλαδή:

$$V = V_0 e^{-k(t-1)}$$

Όπου:

V = ποσότητα βιοαερίου (m³)

V₀ = αρχική ποσότητα βιοαερίου (m³) = 2 L₀ · W · k

L₀ = ειδική παραγωγή βιοαερίου που αφορά το CH₄ (m³/tn)

t = ηλικία των απορριμμάτων (yr)

k = συντελεστής ταχύτητας της αντίδρασης (yr⁻¹)

W = το βάρος των απορριμμάτων (tn)

Ο συντελεστής ταχύτητας ουσιαστικά συμβολίζει τον ρυθμό μείωσης της παραγωγής του βιοαερίου σε συνάρτηση με την ηλικία των απορριμμάτων. Ο μέγιστος ρυθμός παραγωγής βιοαερίου παρατηρείται ένα χρόνο μετά την απόθεση των απορριμμάτων στο Χ.Α.Δ.Α.

Επιπρόσθετα στις δυνατότητες του LandGEM περιλαμβάνεται:

- Η δυνατότητα διαμόρφωσης των τιμών L₀ και k με βάση πειραματικά ή άλλα δεδομένα πεδίου.
- Η δυνατότητα προσαρμογής των παραμέτρων και δημιουργίας νέων προτύπων με τοπική ισχύ

Εφαρμόζοντας τα δεδομένα του εξεταζόμενου Χ.Α.Δ.Α. στο LandGEM υπολογίστηκε η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της παραγωγής βιοαερίου είναι τα εξής:

Δυναμικό παραγωγής βιοαερίου

Το δυναμικό παραγωγής βιοαερίου αποτελεί μία παράμετρο η οποία εξαρτάται κυρίως από τη σύσταση των απορριμμάτων που έχουν διατεθεί στο χώρο. Όσο μεγαλύτερο είναι το οργανικό κλάσμα που περιέχεται στα απορρίμματα τόσο μεγαλύτερο είναι το δυναμικό παραγωγής βιοαερίου και επομένως η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου.

Διάφοροι ερευνητές έχουν προτείνει τρόπους για τον υπολογισμό του βιοαποδομήσιμου οργανικού άνθρακα. Οι Andreottola και Cossu (1988), έχουν προτείνει τον ακόλουθο τύπο:

$$(C_e)_i = (C)_i \times (f_b)_i \times (1 - u_i) \times p_i$$

όπου:

$(C_e)_i$ = ποσότητα βιοαποδομήσιμου οργανικού άνθρακα του συστατικού i (Kg βιοαποδομήσιμου οργανικού άνθρακα/Kg ΑΣΑ),

$(C)_i$ = ποσότητα οργανικού άνθρακα του συστατικού i (Kg οργ. άνθρακα/Kg ξηρού βάρους του συστατικού i),

$(f_b)_i$ = βιοαποδομήσιμο κλάσμα του $(C)_i$ (Kg βιοαποδομήσιμου οργανικού. άνθρακα/Kg οργανικού. άνθρακα),

u_i = περιεχόμενη υγρασία του συστατικού i (Kg νερού/Kg υγρού βάρους του συστατικού i),

p_i = υγρό βάρος του συστατικού i

Όπως είναι προφανές από την εξίσωση, η ποσότητα του βιοαποδομήσιμου άνθρακα υπολογίζεται για κάθε συστατικό ξεχωριστά οπότε ο συνολικός βιοαποδομήσιμος άνθρακας, (C_e) , είναι το άθροισμα των $(C_e)_i$ κάθε συστατικού.

Η παραγωγή του βιοαερίου για το σύνολο του βάρους των απορριμμάτων (ή αλλιώς «ειδική παραγωγή βιοαερίου») ισούται με:

$$Y = 1,867 \cdot \sum_i (C_e)_i = 1,867 \cdot \sum_i \{ (C)_i \cdot (f_b)_i \cdot (1 - u_i) \cdot p_i \}$$

Όπου:

Y = ειδική παραγωγή βιοαερίου σε m^3/Kg ΑΣΑ

Οι τιμές στον παρακάτω πίνακα αφορούν στις παραμέτρους $(C)_i$, $(f_b)_i$ και u_i για να πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί:

Συστατικά	u_i , Kg νερού / Kg συστατικού i	C_i (Kg C / kg ξηρού συστατικού)	$(f_b)_i$ (kg βιοαπ. C / kg C)
Ζυμώσιμα	0,70	0,48	0,80
Χαρτί	0,10	0,4	0,50
Πλαστικά	0,02	0,70	0,00
Γυαλί	0,03	0,00	0,00
Μέταλλα	0,03	0,00	0,00

Πίνακας 24. Παράμετροι Υπολογισμού Βιοαερίου Andreottola και Cossu (1988)

Διάρκεια λειτουργίας του Χ.Α.Δ.Α.:

28 χρόνια (1981 – 2009)

Συντελεστής αντίδρασης k:

Ο συντελεστής k περιγράφει την ταχύτητα παραγωγής του βιοαερίου και εξαρτάται από την βιοαποδομησιμότητα των απορριμμάτων. Τα ταχέως βιοαποδομήσιμα απορρίμματα έχουν ένα συντελεστή k που κυμαίνεται στα $0,185 \text{ yr}^{-1}$, ενώ βραδέως βιοαποδομήσιμα απορρίμματα έχουν ένα συντελεστή k που κυμαίνεται στα $0,03 \text{ yr}^{-1}$. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο ρυθμός βιοαποδομησιμότητας των απορριμμάτων ανά συστατικό.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΡΥΘΜΟΣ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ	K (yr^{-1})
ΟΡΓΑΝΙΚΑ	ΤΑΧΕΩΣ	0,185
ΧΑΡΤΙ	ΤΑΧΕΩΣ	0,185
ΧΑΡΤΟΝΙ	ΤΑΧΕΩΣ	0,185
ΠΛΑΣΤΙΚΑ	ΜΗ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟ	0
ΥΦΑΣΜΑΤΑ	ΒΡΑΔΕΩΣ	0,03
ΞΥΛΑ	ΒΡΑΔΕΩΣ	0,03
ΓΥΑΛΙ	ΜΗ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟ	0
ΜΕΤΑΛΛΑ	ΜΗ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟ	0
ΑΔΡΑΝΗ	ΜΗ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟ	0

Πίνακας 25. Ρυθμός βιοαποδόμησης απορριμμάτων

Ποσότητα Απορριμμάτων:

Η ποσότητα των απορριμμάτων που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της παραγωγής του βιοαερίου είναι το 60% των οργανικών στερεών αποβλήτων δεδομένου ότι το 40% έχει καεί, με αποτέλεσμα να μην περιέχεται στο ποσοστό αυτό οργανικό κλάσμα.

Αποτελέσματα:

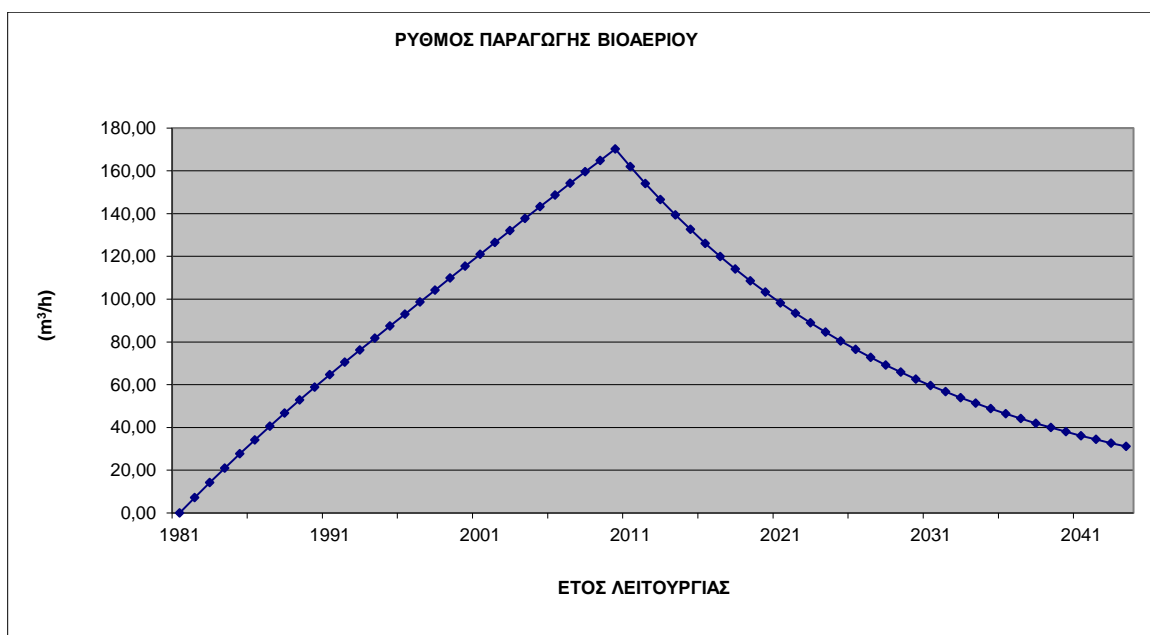
Τα παραπάνω δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του παραγόμενου βιοαερίου από το Χ.Α.Δ.Α. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των output του λογισμικού.

Ετος	ΠΑΡΑΓΩΓΗ		ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ			
	ΜΕΘΑΝΙΟΥ					
	(tn/yr)	(m ³ /yr)	m ³ /yr	m ³ /month	m ³ /day	m ³ /hr
1981	0,00	0	0	0,0	0,0	0,00
1982	20,71	31.049	62.098	5.174,8	172,5	7,19
1983	40,88	61.271	122.543	10.211,9	340,4	14,18
1984	60,53	90.723	181.447	15.120,6	504,0	21,00
1985	79,70	119.458	238.916	19.909,6	663,7	27,65
1986	98,42	147.526	295.052	24.587,6	819,6	34,15
1987	116,73	174.976	349.952	29.162,7	972,1	40,50
1988	134,67	201.855	403.710	33.642,5	1.121,4	46,73
1989	152,25	228.208	456.416	38.034,7	1.267,8	52,83
1990	169,51	254.078	508.156	42.346,3	1.411,5	58,81
1991	186,47	279.506	559.012	46.584,3	1.552,8	64,70
1992	203,02	304.305	608.610	50.717,5	1.690,6	70,44
1993	219,43	328.907	657.815	54.817,9	1.827,3	76,14
1994	235,74	353.350	706.700	58.891,6	1.963,1	81,79
1995	251,96	377.668	755.336	62.944,6	2.098,2	87,42
1996	268,12	401.895	803.790	66.982,5	2.232,8	93,03
1997	284,25	426.065	852.131	71.010,9	2.367,0	98,63
1998	300,36	450.211	900.422	75.035,2	2.501,2	104,22
1999	316,47	474.363	948.727	79.060,6	2.635,4	109,81
2000	332,61	498.554	997.107	83.092,3	2.769,7	115,41

Έτος	ΠΑΡΑΓΩΓΗ		ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ			
	ΜΕΘΑΝΙΟΥ					
	(tn/yr)	(m ³ /yr)	m ³ /yr	m ³ /month	m ³ /day	m ³ /hr
2001	348,79	522.812	1.045.624	87.135,3	2.904,5	121,02
2002	364,70	546.650	1.093.300	91.108,3	3.036,9	126,54
2003	380,69	570.626	1.141.252	95.104,3	3.170,1	132,09
2004	396,80	594.768	1.189.536	99.128,0	3.304,3	137,68
2005	412,74	618.662	1.237.324	103.110,4	3.437,0	143,21
2006	428,53	642.338	1.284.676	107.056,4	3.568,5	148,69
2007	444,20	665.824	1.331.648	110.970,7	3.699,0	154,13
2008	459,76	689.148	1.378.295	114.857,9	3.828,6	159,52
2009	475,23	712.335	1.424.670	118.722,5	3.957,4	164,89
2010	490,63	735.412	1.470.823	122.568,6	4.085,6	170,23
2011	466,70	699.545	1.399.091	116.590,9	3.886,4	161,93
2012	443,94	665.428	1.330.856	110.904,7	3.696,8	154,03
2013	422,29	632.975	1.265.950	105.495,8	3.516,5	146,52
2014	401,69	602.104	1.204.208	100.350,7	3.345,0	139,38
2015	382,10	572.739	1.145.478	95.456,5	3.181,9	132,58
2016	363,47	544.806	1.089.613	90.801,1	3.026,7	126,11
2017	345,74	518.236	1.036.472	86.372,6	2.879,1	119,96
2018	328,88	492.961	985.922	82.160,2	2.738,7	114,11
2019	312,84	468.919	937.838	78.153,2	2.605,1	108,55
2020	297,58	446.050	892.100	74.341,6	2.478,1	103,25
2021	283,07	424.296	848.591	70.715,9	2.357,2	98,22
2022	269,26	403.603	807.205	67.267,1	2.242,2	93,43
2023	256,13	383.919	767.837	63.986,4	2.132,9	88,87

Έτος	ΠΑΡΑΓΩΓΗ		ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ			
	ΜΕΘΑΝΙΟΥ					
	(tn/yr)	(m ³ /yr)	m ³ /yr	m ³ /month	m ³ /day	m ³ /hr
2024	243,64	365.195	730.389	60.865,8	2.028,9	84,54
2025	231,76	347.384	694.768	57.897,3	1.929,9	80,41
2026	220,45	330.442	660.884	55.073,6	1.835,8	76,49
2027	209,70	314.326	628.652	52.387,7	1.746,3	72,76
2028	199,47	298.996	597.992	49.832,7	1.661,1	69,21
2029	189,75	284.414	568.828	47.402,3	1.580,1	65,84
2030	180,49	270.543	541.086	45.090,5	1.503,0	62,63
2031	171,69	257.348	514.697	42.891,4	1.429,7	59,57
2032	163,32	244.797	489.595	40.799,6	1.360,0	56,67
2033	155,35	232.858	465.717	38.809,7	1.293,7	53,90
2034	147,77	221.502	443.004	36.917,0	1.230,6	51,27
2035	140,57	210.699	421.398	35.116,5	1.170,5	48,77
2036	133,71	200.423	400.846	33.403,8	1.113,5	46,39
2037	127,19	190.648	381.297	31.774,7	1.059,2	44,13
2038	120,99	181.350	362.701	30.225,1	1.007,5	41,98
2039	115,09	172.506	345.011	28.751,0	958,4	39,93
2040	109,47	164.093	328.185	27.348,8	911,6	37,98
2041	104,13	156.090	312.179	26.014,9	867,2	36,13
2042	99,06	148.477	296.954	24.746,2	824,9	34,37
2043	94,23	141.236	282.472	23.539,3	784,6	32,69
2044	89,63	134.348	268.695	22.391,3	746,4	31,10

Πίνακας 26. Εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου στο Χ.Α.Δ.Α.



Σχήμα 16: Ετήσια Παραγωγή Βιοαερίου

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου μεγιστοποιείται το 2010, αμέσως μετά το κλείσιμο του ΧΑΔΑ (τυπικά είναι το τελευταίο έτος λειτουργίας) και ανέρχεται περίπου στα 170 m³/hr. Δεχόμενοι απώλειες 40%, η μέγιστη ανακτήσιμη ποσότητα βιοαερίου ανέρχεται στα 102 m³/hr, και λαμβάνοντας συντελεστή ασφαλείας 1,5 βάσει της ΚΥΑ 114218, προκύπτει ότι το σύστημα άντλησης και καύσης θα πρέπει να διαστασιολογηθεί με Q = 153 m³/hr.

3.17.3 Δίκτυο συλλογής βιοαερίου

Κάθετα φρεάτια συλλογής

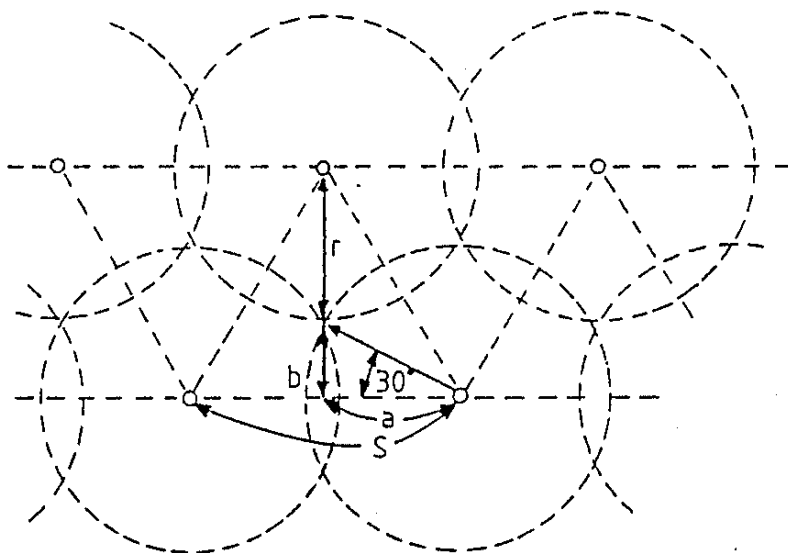
Το κάθετο δίκτυο συλλογής βιοαερίου αποτελείται από κάθετα φρεάτια (γεωτρήσεις) τα οποία συνήθως δημιουργούνται σε ΧΥΤΑ μετά το πέρας της λειτουργίας της κυψέλης απορριμμάτων, σε όποια σημεία η κυψέλη έχει φτάσει στο τελικό της ύψος, προσωρινά (με την έννοια της περαιτέρω αξιοποίησης σε άλλη χρονική φάση) ή και μόνιμα. Συχνά τέτοια δίκτυα αναπτύσσονται και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των χώρων, με τη βοήθεια διαφόρων προστατευτικών μέσων (π.χ. τσιμεντοσωλήνες που αναπτύσσονται καθ' ύψος μαζί με τα ταμπάνια των απορριμμάτων). Τέτοια φρεάτια χρησιμοποιούνται και σε Χ.Α.Δ.Α., θεωρώντας πως η άνω τους επιφάνεια ήταν επαρκώς καλυμμένη ούτως ώστε το παραγόμενο βιοαέριο, στο σύνολο των χρόνων λειτουργίας τους, δε διέφευγε στην ατμόσφαιρα.

Η χωροθέτηση των κάθετων φρεατίων συλλογής βιοαερίου γίνεται βασισμένη σε διάταξη ισόπλευρου τριγώνου όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.

Η επιλογή της απόστασης μεταξύ των φρεατίων σχετίζεται άμεσα με τις παρακάτω παραμέτρους:

- Εξασκούμενη υποπίεση στο φρεάτιο,
- Παροχή,

- Διείσδυση του ατμοσφαιρικού αέρα και αλλοίωση της ποιότητας του βιοαερίου.



Σχήμα 17: Τρόπος εργασίας για τη χωροθέτηση των φρεατίων απαερίωσης

Τα φρεάτια αυτά αποτελούνται από διάτρητους αγωγούς, συνήθως από HDPE, εγκιβωτισμένους σε χαλίκι ή αντίστοιχο υλικό που τοποθετείται περιμετρικά των αγωγών. Ο αγωγός παύει να είναι διάτρητος σε μία απόσταση μεταξύ 2 – 6 μέτρων από την επιφάνεια του ΧΑΔΑ (ανάλογα με τη χωροθέτηση του φρεατίου), ενώ το τέλος του αγωγού προς τα κάτω πρέπει να είναι 1-2 μέτρα πάνω από το επίπεδο των στραγγισμάτων. Στο πάνω μέρος των αγωγών τοποθετούνται ειδικές κεφαλές άντλησης βιοαερίου, οι οποίες συνδέονται με το δίκτυο άντλησης.

Η χρήση κάθετων φρεατίων άντλησης έχει τρία βασικά πλεονεκτήματα:

- ✓ Είναι πιο εύκολη η ξεχωριστή αντιμετώπιση και απομόνωση συγκεκριμένων φρεατίων, με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η διακριτή διαχείριση του βιοαερίου (ρύθμιση υποπίεσης και παροχής) σε κάθε τμήμα του ΧΑΔΑ.
- ✓ Με την ρύθμιση της υποπίεσης και της παροχής ανά φρεάτιο, είναι πλέον εύκολη και η ρύθμιση της ακτίνας επιρροής τοπικά, έτσι ώστε να υπάρχει η απαιτούμενη επικάλυψη των ακτινών επιρροής των φρεατίων και να ελαχιστοποιούνται τα φαινόμενα εισροής αέρα στο δίκτυο.
- ✓ Τέλος, αρκετά προβλήματα από την παραγωγή συμπυκνωμάτων αντιμετωπίζονται ευκολότερα με κάθετο δίκτυο.

Ένα βασικό σημείο στο σχεδιασμό των φρεατίων είναι ότι οι κύριες σχεδιαστικές παράμετροι είναι δύο: η εφαρμοζόμενη υποπίεση και η μέγιστη παροχή βιοαερίου που μπορεί να αντληθεί (όπως προκύπτει από την εξίσωση Muskat). Με δεδομένο αυτό, δεν υπάρχει κανένας λόγος να προτιμώνται φρεάτια μεγάλης διαμέτρου, τα οποία κοστίζουν περισσότερο χωρίς αξιοσημείωτα τεχνικά οφέλη.

Η χωροθέτηση των φρεατίων σχετίζεται άμεσα με την επιθυμητή ακτίνα επιρροής. Μία μικρή ακτίνα επιρροής (π.χ της τάξης των 20 μέτρων) έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνει την πτώση πίεσης περιμετρικά των φρεατίων και να δημιουργεί ομοιόμορφες συνθήκες άντλησης. Μία πιο αραιή χωροθέτηση έχει σαφώς μικρότερο κόστος αλλά δημιουργεί εξαιρετικά ανομοιόμορφες συνθήκες άντλησης. Συνήθως τα φρεάτια χωροθετούνται ανά 40-60 μέτρα, ανάλογα και με το συγκεκριμένο σχεδιασμό και τις διαπερατότητες της τελικής κάλυψης. Μία συνηθισμένη λύση, με σχετικά καλή αποτελεσματικότητα, είναι να χωροθετούνται τα φρεάτια σε αποστάσεις μιάμιση έως δύο φορές μεγαλύτερη από την ελάχιστη απαιτούμενη (σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του χώρου) και στη συνέχεια να συμπληρώνονται τα όποια κενά προκύπτουν. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται σε τρεις πλευρές. Πρώτον στην πυκνότερη χωροθέτηση σε σημεία όπου η τελική κάλυψη είναι μεγάλης περατότητας. Δεύτερον, η πυκνότερη χωροθέτηση σε σημεία όπου υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος διαρροών βιοαερίου (συνήθως κοντά στα πρανή ή σε σημεία ασυνέχεια του γεωλογικού υποβάθρου). Τρίτον, στο βαθμό που τα φρεάτια σκοπεύουν σε αξιοποίηση βιοαερίου, πρέπει να εξετάζεται η πιθανότητα διακριτών δικτύων μεταξύ των φρεατίων του πυρήνα του ΧΑΔΑ και των περιμετρικών φρεατίων, λόγω της αναμενόμενης διαφοράς ποιότητας του βιοαερίου.

Άλλες κρίσιμες πλευρές, κατά το σχεδιασμό των κάθετων φρεατίων είναι:

- ✓ Ο συνδυασμός των κάθετων φρεατίων με τη δυνατότητα άντλησης στραγγισμάτων, που έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει την αποτελεσματικότητα άντλησης.
- ✓ Η ανάγκη επιφανειακής στεγανοποίησης για αποφυγή εισόδου ατμοσφαιρικού αέρα στο δίκτυο.
- ✓ Η δυνατότητα προσαρμογής των κάθετων φρεατίων στις καθιζήσεις του ΧΑΔΑ, με τη χρήση ειδικού μηχανισμού ολίσθησης των κεφαλών των φρεατίων.
- ✓ Η χρήση ειδικού εξοπλισμού στις κεφαλές των φρεατίων που να διευκολύνει τον τοπικό έλεγχο του φρεατίου (ρύθμιση παροχής, αναμονές δειγματοληψίας, βαλβίδες εκτόνωσης κλπ).

Οριζόντια φρεάτια συλλογής

Τα οριζόντια φρεάτια συλλογής βιοαερίου χρησιμοποιούνται σε γενικές γραμμές όταν είναι απαραίτητη η ενεργητική άντληση του βιοαερίου κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της κυψέλης στερεών αποβλήτων. Με τον τρόπο αυτό, ένα δίκτυο οριζόντιων φρεατίων υπερτερεί έναντι ενός δικτύου κάθετων φρεατίων, διότι δίνει τη δυνατότητα συλλογής του βιοαερίου σε τελειωμένα ταμπάνια, ενώ η ανάπτυξη του ΧΑΔΑ συνεχίζεται επί αυτών των ταμπανιών. Τα οριζόντια φρεάτια αποτελούνται από διάτρητους αγωγούς (συνήθως HDPE) εγκιβωτισμένους σε πορώδες υλικό, που τοποθετούνται σε τάφρους παράλληλες με τα επίπεδα ανάπτυξης των ταμπανιών, σε συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους και σε καθορισμένα ύψη. Οι άκρες των αγωγών συνδέονται με το δίκτυο άντλησης, με κεφαλές αντίστοιχες με αυτές των κάθετων φρεατίων και αδιάτρητους αγωγούς.

Δύο τρόποι κατασκευής οριζόντιων φρεατίων υπάρχουν. Ο πρώτος τρόπος είναι να γίνεται εκσκαφή τάφρου περίπου 1,2- 1,5 μέτρων βάθους και 0,6-0,8 πλάτους όταν τελειώσει το ταμπάνι, στο πάνω μέρος αυτού, έτσι ώστε ο αγωγός να τοποθετείται πάνω σε στρώση χαλικιού 20-30 εκατοστών. Στη συνέχεια τοποθετείται μία παρόμοια στρώση πάνω από τον αγωγό του βιοαερίου και το κενό ως την επιφάνεια του ταμπανιού γεμίζει με απορρίμματα. Ο δεύτερος τρόπος είναι να γίνεται τοπική αφαίρεση του υλικού επικάλυψης στο τελειωμένο ταμπάνι, να γεμίζει το κενό με χαλίκι ή άλλο πορώδες μέσο, να στρώνεται ο αγωγός, να καλύπτεται με χαλίκι και στη συνέχεια να διαμορφώνεται το επόμενο ταμπάνι πάνω από τον αγωγό.

Όπως προαναφέρθηκε, το βασικό πλεονέκτημα των οριζόντιων φρεατίων είναι η δυνατότητα ανάπτυξης τους κατά τη λειτουργία του ΧΑΔΑ χωρίς σοβαρά λειτουργικά προβλήματα και

δυσκολίες. Σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι δεν δίνουν σοβαρή δυνατότητα τοπικού ελέγχου (σε αντίθεση με τα κάθετα φρεάτια). Πολύ σοβαρό μειονέκτημά τους είναι επίσης ότι είναι πολύ ευάλωτα στις διαφορικές καθιζήσεις του απορριμματικού όγκου, λόγω του τρόπου κατασκευής αυτών. Ας σημειωθεί ακόμα ότι η ανάπτυξη οριζόντιων φρεατίων παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες σε χώρους με ακανόνιστο σχήμα.

Ορισμένα άλλα σημεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό οριζόντιων δικτύων είναι:

Μία συνηθισμένη επιλογή είναι οι οριζόντιοι αγωγοί να μην αναπτύσσονται συνεχόμενα με την ίδια διάμετρο (με κολλήσεις), αλλά να χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικές διαμέτροι, εναλλάξ, έτσι ώστε οι αγωγοί να επικαλύπτονται (με τον μικρότερο να τοποθετείται εντός του μεγαλύτερου). Αυτό προσδίδει μεγαλύτερη ευλυγισία του αγωγού κατά τις καθιζήσεις.

Το πορώδες υλικό κάτω από τον αγωγό είναι απαραίτητο και για την μείωση των συλλεγόμενων συμπυκνωμάτων.

Τα οριζόντια φρεάτια πρέπει να τοποθετούνται σε αρκετό ύψος πάνω από το επίπεδο των στραγγισμάτων, για να αποφεύγεται κάθε πιθανή έμφραξή τους. Σε περιπτώσεις που αυτό δεν είναι εύκολο, οι αγωγοί πρέπει να έχουν κλίσεις και σε κατάλληλα διαμορφωμένα σημεία εκροής συμπυκνωμάτων να υπάρχει πρόβλεψη άντλησης ή σύνδεση με το δίκτυο των στραγγισμάτων (με σφήνες χαλκιού αποστράγγισης).

Οι κεφαλές των οριζόντιων αγωγών πρέπει να έχουν επίσης τον σχετικό εξοπλισμό που αναφέρθηκε στα κάθετα φρεάτια, ενώ στα κάθετα συνδετικά τμήματα του δικτύου πρέπει να υπάρχει μηχανισμός αντιμετώπισης / προσαρμογής των καθιζήσεων.

Τέλος, κρίσιμο θέμα είναι η ανάπτυξη των δικτύων να γίνεται με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να μην δημιουργεί πρόβλημα στις διαδικασίες ανάπτυξης του απορριμματικού ανάγλυφου. Μία συνηθισμένη επιλογή είναι τα οριζόντια δίκτυα να αναπτύσσονται κάθετα στην φορά πλήρωσης του ΧΔΑ, σε αποστάσεις από 20-70 μέτρα και υψομετρικές διαφορές από 5-20 μέτρα. Η διαφορά μεταξύ οριζόντιων και κάθετων αποστάσεων έχει να κάνει με το γεγονός ότι η μετακίνηση του βιοαερίου οριζόντια είναι μέχρι και δέκα φορές πιο εύκολη από την κάθετη μετακίνηση του. Οι ακτίνες επιρροής των φρεατίων και οι υπόλοιπες σχεδιαστικές παράμετροι (υποπίεση, παροχή) σχεδιάζονται με τα ίδια υπολογιστικά εργαλεία, όπως και με τα κάθετα φρεάτια.

Στον επόμενο πίνακα συνοψίζονται οι κυριότερες διαφορές μεταξύ οριζόντιων και κάθετων φρεατίων.

Κάθετα φρεάτια	Οριζόντια φρεάτια
Μεγάλη δυνατότητα τοπικού ελέγχου	Δυνατότητα άντλησης κατά τη λειτουργία
Δυνατότητα άντλησης βιοαερίου από όλο το βάθος του χώρου, μετά το πέρας της λειτουργίας	Ανάγκη συντονισμού με το σχέδιο λειτουργίας – μεγαλύτερη ευκολία σε μεγάλους ΧΔΑ
Προβλήματα από συσσώρευση στραγγισμάτων και άνοδο της στάθμης	Μικρή δυνατότητα ρύθμισης μετά το πέρας της λειτουργίας

Κάθετα φρεάτια	Οριζόντια φρεάτια
Ευελιξία στη χωροθέτηση, ανάλογα με τα αποτελέσματα δοκιμής άντλησης, μετά το πέρας της λειτουργίας	Μεγαλύτερη λειτουργικότητα κατά το σχεδιασμό της αποκατάστασης

Πίνακας 27. Διαφορές μεταξύ οριζόντιων και κάθετων φρεατίων συλλογής βιοαερίου

3.17.4 Προτεινόμενη διαχείριση βιοαερίου στο ΧΑΔΑ Πρέβεζας

➤ Κάθετα φρεάτια συλλογής βιοαερίου

Το δίκτυο συλλογής του βιοαερίου που θα κατασκευαστεί θα αποτελείται από 19 κάθετα φρεάτια που θα διανοιχθούν με κατακόρυφες γεωτρήσεις διαμέτρου 500 mm που θα φτάνουν 1,00 μέτρο πάνω από τον πυθμένα. Η κάθε γεώτρηση θα γίνει αμέσως μετά την κατασκευή της στρώσης εξομάλυνσης και επί της επιφανείας αυτής με γεωτρώπανο αναστρόφου κυκλοφορίας Φ 500 mm με ταυτόχρονη καροταρία. Το γεωτρώπανο θα εισέρχεται και θα πραγματοποιεί τη διάνοιξη της γεώτρησης, ενώ ταυτόχρονα θα τοποθετεί προσωρινό σωλήνα σε όλο της το βάθος. Κατόπιν θα δημιουργείται «βάση» από χαλίκι πάχους 50 cm και διαδοχικά θα τοποθετείται ο σωλήνας άντλησης Φ160, 10 atm από HDPE, ενώ θα πληρώνονται τα πλευρικά κενά με χαλίκι 16/32, κατά προτίμηση μη ανθρακικής προέλευσης δηλ. από χαλίκι που να αποτελείται όχι από ασβεστολιθικά αλλά από πυριτικά υλικά. Το χαλίκι θα λειτουργεί σαν φυσικό φίλτρο για την παρεμπόδιση εισροής φερτών υλικών μέσα στην στήλη, αλλά θα λειτουργεί και σαν «στερέωση» του αγωγού. Η επιλογή του HDPE γίνεται επειδή το υλικό αυτό είναι χημικά αδρανές και δεν είναι ευάλωτο στο αέριο που παράγεται. Τέλος, αφού τοποθετηθεί ο σωλήνας HDPE θα αφαιρείται ο προσωρινός σωλήνας.

Οι γεωτρήσεις θα εξοπλιστούν με διάτρητους αγωγούς διαμέτρου 160 mm, μήκους 6,00 m κατασκευασμένους από υλικό HDPE, δομημένου τοιχώματος τύπου Helidrain Superpipe.

Η επιφάνεια του αγωγού θα είναι διάτρητη με ποσοστό διάτρητης επιφάνειας προς την συνολική του αγωγού 20-30%.

Ο αγωγός παύει να είναι διάτρητος τα τελευταία 2,00 m από την επιφάνεια (τελικό ανάγλυφο) του ΧΑΔΑ.

Στην κάθε γεώτρηση τοποθετείται κεφαλή εφοδιασμένη με είσοδο για μετρήσεις.

Για την προστασία της κεφαλής, αυτή είναι τοποθετημένη σε προκατασκευασμένο τσιμεντένιο φρεάτιο εσωτερικής διαμέτρου Φ 150, το οποίο θα κλείνει με μεταλλικό καπάκι για την προστασία της κεφαλής του αγωγού από τα νερά της βροχής, τις φθορές, κ.λ.π. Το φρεάτιο έχει συνολικό ύψος 2,00 m και εξέρχει από την επιφάνεια του εδάφους κατά 0,80 m.

Οι λεπτομέρειες του φρεατίου απαγωγής βιοαερίου παρουσιάζονται στο Σχέδιο Λ5.

Τα φρεάτια απαγωγής βιοαερίου θα χωροθετούνται ώστε να σχηματίζουν μορφή ισόπλευρου τριγώνου, με ακτίνα επιρροής 25 m και θα συνδέονται μεταξύ τους μέσω αγωγών από HDPE 10 atm διαφόρων διαμέτρων αναλόγως την ποσότητα του μεταφερόμενου αερίου προς τον πυρσό καύσης. Για τη σύνδεση των φρεατίων με το οριζόντιο δίκτυο θα χρησιμοποιούνται εύκαμπτα τμήματα (σπιδράλ) από πολυαιθυλένιο. Η σύνδεση των αγωγών στον πυρσό καύσης θα γίνει με manifold βιοαερίου.

Ο χώρος που δημιουργείται μεταξύ φρεατίου και του αδιάτρητου σωλήνα θα πληρωθεί με σκυρόδεμα πάχους 10 cm, με σκοπό την παρεμπόδιση της εισόδου ατμοσφαιρικού αέρα στο

εσωτερικό του και την έδραση των τσιμεντοσωλήνων. Το ρόλο του βιόφιλτρου απόσμησης τον παίζει το τσιμεντένιο φρεάτιο.

Το δίκτυο του βιοαερίου με τις ακριβείς θέσεις των φρεατίων και των οριζοντίων αγωγών παρουσιάζεται στο σχέδιο T3.

Η αφύγρανση του δικτύου συλλογής βιοαερίου είναι μία σημαντική παράμετρος που οδηγεί σε υψηλό βαθμό ανάκτησης. Οι κλίσεις του διαμορφωμένου αναγλύφου είναι τέτοιες που δε δικαιολογούν την τοποθέτηση παγίδων συμπυκνωμάτων (τα όποια συμπυκνώματα θα επιστρέφουν στα φρεάτια). Σε κάθε περίπτωση μπορεί, εφόσον θεωρηθεί απαραίτητο από τη Δ/νουσα Υπηρεσία, το πρόβλημα των συμπυκνωμάτων να επιλυθεί με τη χρήση κεφαλής φρεατίων που έχουν ενσωματωμένο σύστημα παγίδευσης συμπυκνωμάτων ή με την τοποθέτηση παγίδων συμπυκνωμάτων στα χαμηλότερα σημεία του δικτύου.

➤ **Δίκτυο μεταφοράς βιοαερίου**

Η διάταξη του οριζοντίου δικτύου μεταφοράς για τη σύνδεση των κάθετων φρεατίων με τους υποσταθμούς και εν συνεχεία με τον πυρσό καύσης παρουσιάζεται στο σχέδιο E2.

Το οριζόντιο δίκτυο απαγωγής του βιοαερίου αποτελείται από αγωγούς κατασκευασμένους από HDPE 10 Atm κατά DIN 8074/8075 τύπου σειρά PE 2ης γενιάς - σ 6,3 MRS 8, PE 80 διαφόρων διαμέτρων. Η χρήση του HDPE κρίνεται η πλέον κατάλληλη για άντληση επειδή παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

Το υψηλής περιεκτικότητας υλικό από πολυαιθυλένιο (HDPE) είναι εύκαμπτο υλικό και προσαρμόζεται εύκολα στις κλίσεις της επιφάνειας του Χ.Α.Δ.Α.

Η παραπάνω ιδιότητα του δεν απαιτεί ενδιάμεσες κολλήσεις κατά την τοποθέτηση του και έτσι οι πιθανότητες εισόδου ατμοσφαιρικού αέρα στο δίκτυο είναι περιορισμένες.

Παρουσιάζει υψηλή αντοχή στην κρούση, λόγω της υψηλής ελαστικότητας, που επιτρέπει να μη βλάπτεται στις πιθανές κρούσεις.

Είναι εντελώς απρόσβλητο από την ηλεκτροχημική διάβρωση και επομένως από τα περιττανώμενα ρεύματα. Επίσης εμφανίζει υψηλή αντοχή στη γήρανση και στις ακτίνες UV και διατηρεί καλά χαρακτηριστικά και σε θερμοκρασίες πολύ χαμηλότερες των 0 °C, χαμηλή τραχύτητα και επομένως χαμηλές απώλειες φορτίου. Αυτό το χαρακτηριστικό επιμηκύνεται στο χρόνο, γιατί η αδράνεια του υλικού δεν επιτρέπει τη δημιουργία κρούστας.

Επίσης χαρακτηρίζεται από υψηλή χημική αδράνεια που καθιστά ευρύ τον τομέα εφαρμογής του σε χημικά προϊόντα. Ειδικότερα η αντοχή στην προσβολή είναι άριστη σχεδόν για όλες τις χημικές ουσίες τόσο σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (20°C) όσο και σε υψηλές θερμοκρασίες (60°C).

Οι αγωγοί μεταφοράς τοποθετούνται σε τάφρο τραπεζοειδούς διατομής 50x60cm, βάθους 30cm, επάνω σε υπόστρωμα άμμου 10 cm. Στο υπόλοιπο τμήμα τους οι αγωγοί θα περιβάλλονται επίσης από άμμο. Μέχρι της τελικής επιφάνειας του αποκατεστημένου ΧΑΔΑ θα διαστρωθούν 40 cm φυτόχωμα επί του οποίου θα τοποθετηθεί προειδοποιητικό της ύπαρξης σωληνώσεων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται:

Προστασία από πιθανές ζημιές

Διατήρηση ενιαίας θερμοκρασίας του αερίου και

Αποφυγή προβλημάτων από παγετούς

Η σύνδεση των αγωγών θα γίνει με ηλεκτροσυγκόλληση (Electrofusion welding).

Διαστασιολόγηση κλάδων μεταφοράς βιοαερίου

Κατά τη διαστασιολόγηση ενός δικτύου ουσιαστικά αναζητείται η κατάλληλη διατομή των αγωγών μεταφοράς έτσι ώστε οι απώλειες εντός των αγωγών να είναι τέτοιες που να μπορούν να υπερνικηθούν και η ταχύτητα εντός των αγωγών μεταφοράς να βρίσκεται εντός των επιτρεπτών ορίων που τίθενται δηλαδή μικρότερη των 10 m/s.

Για την διαστασιολόγηση του οριζοντίου δικτύου μεταφοράς του βιοαερίου αξιοποιήθηκαν οι παρακάτω παραδοχές:

- ✓ Υποπίεση στο πιο απομακρυσμένο φρεάτιο 30 mbar
- ✓ Μέγιστη ταχύτητα ροής εντός των αγωγών 10 m/s,
- ✓ Παροχή ανά φρεάτιο 8,1 m³/h.

Ο στόχος κατά τη διαστασιολόγηση του οριζόντιου δικτύου είναι να υπάρχει όσο το δυνατό ομοιόμορφη κατανομή πίεσης εντός των αγωγών μεταφοράς, δηλαδή να εφαρμοσθεί ο νόμος του Kirchhoff για τη ροή και την κατανομή πίεσης εντός των παράλληλων κλάδων ενός δικτύου συλλογής⁵:

- ✓ Η παροχή στην «έξοδο» της ένωσης δύο ή περισσότερων αγωγών ισούται με την παροχή στην «είσοδο» της ένωσης
- ✓ Η πτώση πίεσης σε κάθε παράλληλο κλάδο πρέπει να είναι ομοιόμορφη

Για να υπολογιστεί η πτώση πίεσης σε κάθε κλάδο, εφαρμόστηκε η σχέση του Darcy:

$$P = \frac{\lambda * \rho * l * u^2}{2 * D}$$

Όπου:

P = η πτώση πίεσης σε τμήμα αγωγού (Pa),

λ = Συντελεστής τριβής,

l = Το μήκος του αγωγού (m),

ρ = Η πυκνότητα του βιοαερίου η οποία λαμβάνεται ίση με⁵ 1,255 Kg/m³

u = Η ταχύτητα του βιοαερίου εντός του αγωγού (m/sec),

D = Η εσωτερική διάμετρος του εξεταζόμενου αγωγού (m)

8.4.1 Υπολογισμός της ταχύτητας εντός των αγωγών

Για τον υπολογισμό της ταχύτητας εντός των αγωγών λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω δεδομένα:

$$Q_{\text{φρεατίου}} = 8,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

D = η ονομαστική διάμετρος του αγωγού

D_{εσωτ.} = η εσωτερική διάμετρος του αγωγού = 2r

A = η ενεργός διατομή του αγωγού = $\pi(D_{\text{εσωτ.}})^2/4$

Ο υπολογισμός της ταχύτητας εντός των αγωγών του δικτύου απαγωγής του βιοαερίου υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

⁵ Active Landfill Gas Control: Design of collection pipework, Eur Ing K. Garner Ceng, MIMM, MinstWM, Wardell Armstrong, Mining, Mineral and Engineering Consultants, IWM Proceedings March 1999

$$u = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D_{\text{εσωτ.}}}{2}\right)^2}$$

3.17.4.1 Υπολογισμός του συντελεστή τριβής

Ο βέλτιστος τρόπος για τον υπολογισμό του συντελεστή τριβής εντός τραχύ αγωγού γίνεται σύμφωνα με την σχέση του Haaland, όπως προτείνεται και από τον Massey (Massey B.S., Mechanics of Fluids, 6th edition, 1989):

$$\lambda^{1/2} = \frac{2}{-3,6 \log\left(\frac{6,9}{\text{Re}} + \left(\frac{k_s}{3,71 \cdot D_{\text{εσωτ.}}}\right)^{1,11}\right)}$$

Όπου:

λ = ο συντελεστής τριβής,

Re = ο αριθμός Reynolds,

k_s = ο συντελεστής τραχύτητας, mm (λαμβάνεται 0,003 για πλαστικούς αγωγούς και 0,15 για χαλυβδοσωλήνες ⁶⁾)

$D_{\text{εσωτ.}}$ = εσωτερική διάμετρος του εξεταζόμενου αγωγού, mm

Όπως φαίνεται από τη σχέση για να υπολογιστούν οι απώλειες πίεσης εντός των αγωγών πρέπει να υπολογιστεί ο συντελεστής τριβής, λ . Η τριβή μεταξύ των τοιχωμάτων των αγωγών μεταφοράς του βιοαερίου και της μάζας του βιοαερίου προκαλεί την πτώση πίεσης μεταξύ του αρχικού και του τελικού σημείου. Ο συντελεστής τριβής βάσει της σχέσης του Haaland είναι συνάρτηση του αριθμού Reynolds. Ο υπολογισμός του αριθμού Reynolds βασίζεται στην παρακάτω σχέση:

$$\text{Re} = \frac{u \cdot D_{\text{εσωτ.}}}{\nu}$$

Όπου:

u , είναι η ταχύτητα του βιοαερίου εντός του εξεταζόμενου αγωγού (m/sec),

$D_{\text{εσωτ.}}$, είναι η εσωτερική διάμετρος του αγωγού (m),

⁶⁾ Αερισμός και Κλιματισμός, Κωνσταντίνου Χ. Λέφα, Αθήνα 1992

ν, το κινηματικό ιξώδες του βιοαερίου

Ο αριθμός Reynolds στα δίκτυα βιοαερίου συνήθως λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 2000 που σημαίνει ότι η ροή του βιοαερίου εντός των αγωγών είναι τυρβώδης. Στην περίπτωση της τυρβώδους ροής προτείνεται ο συντελεστής τριβής να υπολογίζεται βάσει της σχέσης του Haaland.

3.17.4.2 Υπολογισμός πτώσης πίεσης από άλλους παράγοντες

Για τον υπολογισμό των απωλειών από άλλους παράγοντες όπως βαλβίδες, σημεία κάμψης των αγωγών και σημεία συνδεσμολογίας υπάρχει μία σχέση που υπολογίζει την πτώση πίεσης εξαιτίας των παραπάνω παραγόντων. Ανάλογα με το μέγεθος του αγωγού είναι δυνατόν να υπολογιστούν οι απώλειες από τους παρακάτω παράγοντες χρησιμοποιώντας την σχέση του Darcy και το ισοδύναμο μήκος αγωγού ανάλογα με τον συντελεστή τριβής. Για την μεγαλύτερη ασφάλεια του σχεδιασμού αξιοποιήθηκαν τα μεγαλύτερα ισοδύναμα μήκη για κάθε διάμετρο του αγωγού με σκοπό τον υπολογισμό των απωλειών από σημεία κάμψης, συνδεσμολογίας⁵, κτλ.

Επιπλέον του ισοδύναμου μήκους για το οποίο υπάρχουν τιμές για πλαστικούς αγωγούς, για χαλυβδοσωλήνες λαμβάνονται τιμές για τα διάφορα ειδικά τεμάχια, επίσης από τη βιβλιογραφία⁶.

Το σύνολο της πτώσης πίεσης λόγω της ροής του βιοαερίου εντός των αγωγών και της πτώσης πίεσης από άλλους παράγοντες είναι το μέγεθος των απωλειών που παρουσιάζονται στο οριζόντιο δίκτυο απαγωγής του βιοαερίου.

Με συνδυασμό των παραπάνω σχέσεων και συνυπολογίζοντας την πτώση πίεσης από άλλους παράγοντες, οι κλάδοι του δικτύου διαστασιολογούνται έτσι ώστε να έχουν όσο το δυνατόν ομοιόμορφη πτώση πίεσης, αλλά και η ταχύτητα εντός των αγωγών να είναι μικρότερη των 10m/s. Οι σχετικοί υπολογισμοί και η διαστασιολόγηση των κεντρικών κλάδων μεταφοράς παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	Παροχή, Q	Ονομαστική διάμετρος αγωγού, Φ	Εσωτ. διάμετρος αγωγού, Di	Ταχύτητα, ν	Πτώση πίεσης ευθύγραμμων αγωγών, Δploss	Μήκος αγωγού, L
	m ³ /h	(mm)	(mm)	m/s	mbar	m
ΚΛΑΔΟΣ Α΄						
Φ1-Φ2	8,1	Φ63	51,4	1,08	1,92	43,3
Φ2-Φ3	16,1	Φ75	61,2	1,52	3,03	43,3
Φ3-Φ6	24,2	Φ75	61,2	2,28	6,83	43,3

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	Παροχή, Q	Ονομαστική διάμετρος αγωγού, Φ	Εσωτ. διάμετρος αγωγού, Di	Ταχύτητα, v	Πτώση πίεσης ευθύγραμμων αγωγών, Δploss	Μήκος αγωγού, L
	m ³ /h	(mm)	(mm)	m/s	mbar	m
Φ4-Φ5	8,1	Φ63	51,4	1,08	1,92	43,3
Φ5-Φ6	16,1	Φ75	61,2	1,52	3,03	43,3
Φ6-Φ7	48,3	Φ110	90	2,11	3,52	43,3
Φ7-Φ12	56,4	Φ110	90	2,46	4,80	43,3
Φ12-ΠΥΡΣΟΣ	96,6	Φ125	102,2	3,27	7,18	13,78
ΚΛΑΔΟΣ Β΄						
Φ8-Φ9	8,1	Φ63	51,4	1,08	1,92	43,3
Φ9-Φ10	16,1	Φ63	51,4	2,16	7,67	43,3
Φ10-Φ11	24,2	Φ75	61,2	2,28	6,83	43,3
Φ11-Φ12	32,2	Φ90	73,6	2,10	4,56	43,3
Φ13-Φ14	8,1	Φ63	51,4	1,08	1,92	43,3
Φ14-Φ15	16,1	Φ75	61,2	1,52	3,03	43,3
Φ15-Φ16	24,2	Φ75	61,2	2,28	6,83	43,3
Φ16-Φ17	32,2	Φ90	73,6	2,10	4,56	43,3
Φ18-Φ19	8,1	Φ63	51,4	1,08	1,92	43,3
Φ19-Φ17	16,1	Φ75	61,2	1,52	3,03	43,3
Φ17-ΠΥΡΣΟΣ	56,4	Φ110	90	2,46	4,80	32,42

Πίνακας 28. Διαστασιολόγηση οριζοντίου δικτύου μεταφοράς βιοαερίου

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει ότι η ταχύτητα του αερίου διατηρείται σχετικά ομοιόμορφη και χαμηλή κατά μήκος του δικτύου συλλογής, στοιχείο σημαντικό για την σωστή λειτουργία του δικτύου καθώς οι απότομες μεταβολές της ταχύτητας είναι δυνατό να δημιουργήσουν συμπιέσεις και συμπυκνώματα κατά μήκος του δικτύου.

Το δίκτυο μεταφοράς του αερίου διαστασιολογείται βάσει της πτώσης πίεσης που προκαλείται κατά μήκος της δυσμενέστερης διαδρομής του. Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα η δυσμενέστερη διαδρομή είναι αυτή του φρεατίου Φ-1 έως τον πυρσό καύσης.

Η πτώση πίεσης κατά μήκος της διαδρομής αυτής ανέρχεται σε 27,84 mbar.

Η διαστασιολόγηση της μονάδας άντλησης πραγματοποιείται έτσι ώστε να καλύπτει την συνολική πτώση πίεσης κατά μήκος της δυσμενέστερης διαδρομής.

Για τον υπολογισμό της συνολικής πτώσης πίεσης κατά μήκος της δυσμενέστερης διαδρομής αυτής πρέπει να συνυπολογιστεί και η υποπίεση στο φρεάτιο που λαμβάνεται ίση με 30 mbar και ρυθμίζεται σε όλα τα φρεάτια μέσω της βαλβίδας ρύθμισης της ροής καθώς και άλλες απώλειες πίεσης που λαμβάνονται ίσες με 6,83 mbar. Άρα η συνολική πτώση πίεσης κατά μήκος της δυσμενέστερης διαδρομής του δικτύου ανέρχεται σε:

$$\Delta p_{\text{δυσμενέστερη}} = P_{\text{φρεατίου}} + \Delta p =$$

$$30 + 27,84 + 6,83 = 64,17 \text{ mbar}$$

Αυτή η πίεση δημιουργεί συγκεκριμένη τεχνική απαίτηση στο αντλητικό σύστημα του πυρσού καθώς πρέπει να είναι μικρότερη από την πίεση αναρρόφησης του πυρσού καύσης.

3.17.4.3 Πυρσός καύσης βιοαερίου

Η δυναμικότητά του θα είναι τουλάχιστον 150 m³/h. Θα περιλαμβάνει πίνακα μετρήσεων αποτελούμενο από:

- ✓ Χρονοδιακόπτη
- ✓ Διακόπτη εναλλαγής μεταξύ λειτουργίας σε συνθήκες καύσης του αερίου και απλής απαερίωσης
- ✓ Διακόπτη ανάγκης

Επίσης θα είναι εφοδιασμένος με τα παρακάτω εξαρτήματα:

- ✓ Βαλβίδα μόνωσης
- ✓ Κατάλληλου μεγέθους σημείο μετρήσεων της παροχής
- ✓ Σημεία δειγματοληψιών, στην είσοδο και την έξοδο

Η διαδικασία της καύσης θα γίνεται σε ελεγχόμενη κατάσταση, η οποία πρέπει να προβλέπεται σε κάθε περίπτωση, ακόμα και σε περίπτωση χρήσης του αερίου. Ο λόγος για τον οποίο αυτή η λύση επιβάλλεται είναι ότι σε περιπτώσεις που στο σύστημα διανομής παρουσιάζονται προβλήματα ή υπάρχει μεγαλύτερη παροχή, η περίσσεια ή ολόκληρη η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου πρέπει να καίγεται.

Η συσκευή καύσης θα περιλαμβάνει:

- ✓ σωλήνα προσαγωγής,
- ✓ σωλήνα καύσης,
- ✓ αντιανέμιο,
- ✓ σύστημα αυτόματης ανάφλεξης (βοηθητική ανάφλεξη με χρήση προπανίου),
- ✓ ηλεκτρική ανάφλεξη (σπινθηριστή),

Ονομαστική διάμετρος	μήκος αγωγού
Φ63	259,8
Φ75	303,1
Φ90	86,6

Φ110	119,02
Φ125	13,78
ΣΥΝΟΛΟ	782,30

Η αντλία που θα συνοδεύει τον πυρσό καύσης, θα είναι ηλεκτροκίνητη, αντiekρηκτική, φυγοκεντρική, ειδική για βιοαέριο. Θα προβλέπεται η δυνατότητα χρήσης μιας ή δύο αντλιών, ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου άντλησης. Ο πυρσός θα εγκατασταθεί με τις ανάλογες εφεδρικές αντλίες. Όλα τα εξαρτήματα θα είναι βαμμένα με βαφές που αντέχουν σε σκωρίες και στη διάβρωση.

Το σύνολο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (καλωδίων, διακοπών, συνδέσεων κλπ.) θα πρέπει να τοποθετηθούν μέσα σε σωλήνες PVC, για προστασία από τα τρωκτικά.

3.18 Έργα διαχείρισης όμβριων

Κατά την αποκατάσταση ενός χώρου ταφής απορριμμάτων πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την αντιπλημμυρική προστασία του χώρου για δύο βασικούς λόγους:

α) Τα όμβρια ύδατα που οδεύουν προς το χώρο του Χ.Α.Δ.Α., επηρεάζουν τη δομική του ευστάθεια, ειδικά σε φαινόμενα πλημμυρικής απορροής.

β) Τα όμβρια ύδατα που οδεύουν προς το χώρο του Χ.Α.Δ.Α., αυξάνουν την παραγωγή των στραγγισμάτων στο χώρο.

Στην περίπτωση του εν λόγω Χ.Α.Δ.Α., ο αποκατεστημένος χώρος βρίσκεται σε πεδινή έκταση με αποτέλεσμα να μη δέχεται απορροές από ανάντη εξωτερικές λεκάνες, παρά μόνο από την επιφάνεια που προσπίπτουν τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Όταν η βροχόπτωση προσπίπτει στο απορριμματικό ανάγλυφο του όποιου αποκατεστημένου Χ.Α.Δ.Α., δημιουργεί μία παροχή η οποία εξαρτάται από την έκταση της προσπίπτουσας επιφάνειας και τον συντελεστή επιφανειακής απορροής. Η παροχή δίνεται από τον τύπο:

$$Q = c \cdot i \cdot A / 3600$$

Όπου:

Q = η παροχή που δημιουργείται από τη βροχόπτωση (m^3/s)

c = ο συντελεστή απορροής

i = ένταση βροχόπτωσης (mm/hr)

A = η έκταση της ορθής προβολής της επιφάνειας που προσπίπτουν τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (στρέμματα)

Έκταση λεκάνης απορροής

Η συνολική έκταση (ορθή προβολή) του αναγλύφου είναι ίση με 32 στρέμματα.

Συντελεστής επιφανειακής απορροής

Για την απορροή του τελικού αναγλύφου, λαμβάνεται συντελεστής επιφανειακής απορροής 0,70, που αποτελεί τον δυσμενέστερο από τους τυπικούς συντελεστές που παρουσιάζονται στο

Integrated Solid Waste Management, Tsobanoglous et. al. σελ. 457 για ανάγλυφο χωματοκαλυμένο, χωρίς φυτοκάλυψη.

Ένταση βροχόπτωσης

Για τον υπολογισμό της έντασης της βροχόπτωσης, έγινε υπολογισμός βάσει δυσμενέστερου 24ώρου. Ως δυσμενέστερη βροχόπτωση, με βάση τα μετεωρολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Ακτίου από το 1971 έως το 1997, χρησιμοποιήθηκε αυτή του μήνα Φεβρουαρίου (172,8 mm) που σε συνδυασμό με τις κατά μέσο όρο (του ίδιου μήνα) ημέρες με υετό (13,5) οδηγούν σε μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση που υπολογίζεται σε 12,8 mm/d. Επομένως στις δυσμενέστερες ετήσιες συνθήκες 26ετίας κάνοντας μία υποθετική θεώρηση ότι η διάρκεια της βροχόπτωσης θα είναι 4 ώρες στη διάρκεια του 24ώρου, η μέγιστη ωριαία βροχόπτωση θα είναι ίση με $i = 3,20 \text{ mm/hr}$.

Οπότε η μέγιστη παροχή προς αποχέτευση είναι ίση με:

$$Q_1 = 0,7 \times 3,20 \times 32 / 3.600 = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

Όπως προαναφέρθηκε το αποκαταστημένο απορριμματικό ανάγλυφο αντιστοιχεί σε δημοτική - χορτολειβαδική – πεδινή έκταση. Καθώς η περιοχή είναι πεδινή με ήπιες κλίσεις ο προς αποκατάσταση χώρος δε δέχεται απορροές από ανάντη εξωτερικές λεκάνες. Τα όμβρια που πρέπει η παρούσα μελέτη να διαχειριστεί συνίστανται μόνο σε αυτά (ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα) που προσπίπτουν στην προς αποκατάσταση επιφάνεια (με μέση μέγιστη ημερήσια παροχή ίση με $Q_1 = 0,0380 \text{ m}^3/\text{s}$). Με βάση τα παραπάνω προκρίθηκε ως προτιμότερη λύση η κατασκευή περιμετρικής τάφρου απορροής ομβρίων αντί της φυσικής διάχυσής τους από την επιφάνεια του τελικού απορριμματικού αναγλύφου στην περιβάλλουσα έκταση.

Έλεγχος επάρκειας τάφρων απορροής ομβρίων

Η παροχετευτικότητα των τάφρων σε m^3/sec υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$Q_2 = (1/n) \times R^{2/3} \times J^{1/2} \times A$$

Όπου

Q: παροχετευτικότητα τάφρων, σε m^3/sec

n: συντελεστής τραχύτητας κατά Manning (1,16 για επενδεδυμένες τάφρους)

R: υδραυλική ακτίνα της τάφρου, σε m ($R = A / \Pi$)

J: κατά μήκος κλίση των τάφρων

A: εμβαδόν περιβρεχόμενης διατομής, σε m^2

Π : βρεχόμενη περίμετρος, σε m

Υπολογίζοντας από το σχέδιο Λ8 τα απαιτούμενα γεωμετρικά μεγέθη που απαιτούνται για τον υπολογισμό των R και A και από το σχέδιο E1 και τις διατομές με υπολογισμό σταθμισμένου μέσου όρου την κατά μήκος κλίση (J) και λαμβάνοντας υπ' όψιν πως πρόκειται για επενδεδυμένες με σκυρόδεμα τάφρους υπολογίζεται η παροχετευτικότητα τους που είναι ίση με $Q_2 = 0,0434 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Συγκρίνοντάς την με την παροχή Q_1 (παροχή προς αποχέτευση) συνάγεται το συμπέρασμα πως οι μελετώμενες τάφροι καλύπτουν με ασφάλεια την απαίτηση παροχετευτικότητας των ομβρίων υδάτων.

Σημειώνεται πως για τον υπολογισμό της υγρής διατομής και περιμέτρου της τάφρου θεωρήθηκε βαθμός πλήρωσης 80%, δηλαδή ύψος στάθμης του υγρού ίσο με:

$$u = 0,60 \text{ m} \times 80\% = 0,48 \text{ m}$$

Με αυτό τον τρόπο η διαστασιολόγηση έγινε έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα υπερχειλίσσης της τάφρου, ακόμα και με την εμφάνιση της μέγιστης παροχής. Για τον υπολογισμό της παροχευτικότητας Q_2 υπολογίστηκαν ακόμη:

$$\text{Υγρή επιφάνεια } A = 0,47 \text{ m}^2$$

$$\text{Υγρή περίμετρος } \Pi = 1,86 \text{ m}$$

$$\text{Υδραυλική ακτίνα } R = 0,25 \text{ m}$$

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΤΙΜΗ
Παροχή που παραλαμβάνει η τάφρος απορροής (Q)	(m ³ /s)	0,019
Πλάτος (βάση) τάφρου	(m)	0,50
Ύψος τάφρου	(m)	0,60
Εμβαδόν υγρής (βρεχόμενης) διατομής τάφρου (A)	(m ²)	0,47
Μήκος υγρής (βρεχόμενης) περιμέτρου τάφρου (Π)	(m)	1,86
Υδραυλική ακτίνα τάφρου (R)	(m)	0,25
Μέση κατά μήκος κλίση τάφρου (J)	(-)	0,0717
Παροχευτικότητα τάφρου	(m ³ /s)	0,0434

Πίνακας 29. Υπολογισμός παροχευτικότητας τάφρου

Διατομή	Μήκος δυτικών τάφρων L _{di} (i=1-TO1)	Μήκος ανατολικών τάφρων L _{ai} (i=1-TO2)	Κλίση δυτικών τάφρων J _{di}	Κλίση ανατολικών τάφρων J _{ai}
P1	0	0		
P2	42,77	65,91	7,97%	3,66%
P3	22,36	22,36	6,31%	6,31%
P4	26,25	27,72	6,74%	6,06%
P5	20,36	20,01	4,82%	5,81%
P6	10,12	9,89	11,68%	12,71%
P7	4,78	4,69		
P8	5,52	5,45	10,00%	10,94%
P9	20,42	20,15	4,42%	5,78%
P10	10,03	9,78	4,65%	5,95%
P11	5,93	5,86		
P12	4,54	4,44	7,22%	8,54%
P13	20,42	19,34	4,67%	6,03%

P14	20,68	20,06	4,49%	5,98%
P15	20,39	20,04	4,74%	5,73%
ΤΟ	114	94	4,42%	20,86%
Άθροισμα	348,57	349,7		
Σύνολα	698,27			
Μέση τιμή			7,17%	

3.18.1 Τεχνικές προδιαγραφές έργων κατασκευής τάφρων

1) Εκσκαφές τάφρων

Για την κατασκευή των αντιστηρίξεων έργων θα εκτελεστούν όλες τις απαιτούμενες εκσκαφές για την κατασκευή τάφρων σύμφωνα με τις απαιτούμενες διατάξεις, με μηχανικά μέσα. Για το πλάτος και το βάθος εκσκαφής θα ληφθεί υπόψη ότι η τάφρος αφού επενδυθεί θα πρέπει να έχει ενεργή διατομή 0,66 m².

2) Σκυροδέματα

Οι τάφροι θα είναι επενδεδυμένες με σκυρόδεμα 12/16, θα έχει πάχος 20 cm και θα διαστρωθεί πάνω από την εκσκαφή της τάφρου. Οι διεργασίες ανάμιξης, μεταφοράς, διάστρωσης και συμπύκνωσης των μιγμάτων σκυροδέματος θα λάβουν χώρα σύμφωνα με τις ισχύουσες πρότυπες προδιαγραφές.

Πριν από τις διεργασίες διάστρωσης προηγείται επιμελής καθαρισμός και διαβροχή των ξυλοτύπων με άφθονο νερό. Η μεταφορά του μίγματος και οι διεργασίες έκχυσης θα εκτελούνται με τρόπο ώστε να αποφεύγεται η απόμιξη, εκχείλιση και απώλεια υλικού. Το μέγιστο ύψος ελεύθερης πτώσης χωρίς χοάνη δεν θα υπερβαίνει το 1,5 m.

Τα υποστηλώματα και τα τοιχώματα πρέπει να διασταυρώνονται τουλάχιστον 24 ώρες πριν από την διάστρωση των στοιχείων που στηρίζονται σε αυτά. Κατά τη διάστρωση του σκυροδέματος θα λαμβάνει χώρα απόξεση του υποβάθρου για να γίνει τραχειά και προς απομάκρυνση των χαλαρών υλικών. Θα ακολουθεί έκπλυση της επιφάνειας με άφθονο νερό και κατόπιν επίχριση της παλιάς με αρκετή υδαρή τσιμεντοκονία, πλούσια σε τσιμέντο. Το υλικό αυτό πρέπει να αφεθεί να στερεοποιηθεί πριν να αρχίσει η νέα διάστρωση. Η συμπύκνωση των μιγμάτων θα λάβει χώρα γενικά με χρήση εσωτερικών δονητών μάζας. Η δόνηση θα εκτελείται από έμπειρους τεχνίτες μεθοδικά ώστε η διάστρωση του σκυροδέματος να επιτυγχάνεται και να υποστεί σε όλα τα σημεία του συμπύκνωση ικανή με τη χαρακτηριστική ιξώδη υφή.

Οι επιφανειακοί δονητές θα μετακινούνται αργά, όσο χρειάζεται για την τέλεια διάστρωση και συμπύκνωση της επιφάνειας που διατρέχουν. Κατά το χρόνο στερεοποίησης του διαστρωθέντος σκυροδέματος θα παίρνονται όλα τα απαιτούμενα μέτρα που προβλέπονται από τον κανονισμό, ιδιαίτερα αναφορικά με τη διαβροχή του σκυροδέματος με άφθονο νερό και η αποφυγή πρόωρης φόρτισης. Διάστρωση με δυσμενείς καιρικές συνθήκες διέπεται από τις διατάξεις του κανονισμού.

3) Ξυλότυποι

Οι ξυλότυποι θα φέρουν με ασφάλεια το βάρος των έργων που κατασκευάζονται καθώς και τα επιπρόσθετα φορτία που θα κυκλοφορούν πάνω τους κατά τη διάρκεια της κατασκευής και τους κραδασμούς που θα μεταβιβάζονται από τους δονητές. Οι ξυλότυποι θα κατασκευαστούν από ξυλεία επαρκούς αντοχής και η συναρμογή τους θα λάβει χώρα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε παραμόρφωσή τους εξαιτίας βάρους του σκυροδέματος, των κυκλοφορούντων φορτίων επί αυτών. Ιδιαίτερη προσοχή θα ληφθεί ώστε τα υποστηλώματα των

ξυλοτύπων να εδράζονται σε σταθερές βάσεις μη υποκείμενες σε καθίζηση και να συνδέονται σταθερά μεταξύ τους ώστε να μην υπόκεινται στον παραμικρό λυγισμό.

Η χρήση σφηνών και διατάξεων οι οποίες μπορεί να χαλαρώσουν σε επικείμενη έντονη δόνηση δεν ενδείκνυται. Επίσης δεν ενδείκνυται τα ικριώματα κυκλοφορίας των εργατών να στηρίζονται σε ιδιαίτερους και ανεξάρτητους στύλους. Οι ξυλοσανίδες των ξυλοτύπων θα είναι ίσου πλάτους και πάχους, θα έχουν επίπεδες έδρες και θα εφάπτονται καλά μεταξύ τους προς αποφυγή φαινομένων της παραμικρής υπερχειλίσης ή διαρροής του σκυροδέματος. Με τη αφαίρεση των ξυλοτύπων, το σκυρόδεμα πρέπει να έχει την ίδια υφή σε όλη την έκταση των επιφανειών. Δεν θα εμφανίζονται γυμνά σκύρα και κακοτεχνίες. Ο χρόνος και ο τρόπος αφαίρεσης των ξυλοτύπων καθορίζεται από τους ισχύοντες κανονισμούς.

3.19 Αποκατάσταση – προστασία του χώρου

Οι σύγχρονες θεωρίες στο σχεδιασμό του ανάγλυφου συμπεριλαμβάνουν την εκτίμηση της ισορροπίας της φυσικής οικολογίας και του νέου οικοσυστήματος που θα εγκατασταθεί στο χώρο, με την υποστήριξη όλων των απαραίτητων τεχνικών έργων που θα κατασκευαστούν. Κατά το σχεδιασμό μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι ο αποκλεισμός όλων των πιθανών σημείων πρόσβασης οχημάτων στο χώρο, ώστε να αποκλειστούν οι ανεξέλεγκτες απορρίψεις.

Για τους παραπάνω λόγους προτείνεται η κατασκευή περίφραξης περιμετρικά του αποκατεστημένου χώρου. Η περίφραξη έχει σκοπό τον αποκλεισμό όλων των πιθανών σημείων πρόσβασης στο χώρο έτσι ώστε να αποφεύγονται οι ανεξέλεγκτες ρίψεις.

Για τον καθορισμό της τελικής μορφής που θα πάρει ο χώρος δεν είναι πάντοτε απαραίτητο αυτός να αποκαθίσταται στην αρχική του μορφή γιατί πολλές φορές η επίτευξη της αρχικής κατάστασης είναι αδύνατη ή ακόμη και γιατί τα στοιχεία τα οποία υπάρχουν για την αποτύπωση της αρχικής κατάστασης δεν επαρκούν. Το τελικό ανάγλυφο που προτείνεται στον σχεδιασμό του χώρου διάθεσης και στα σχέδια αποκατάστασης θα καθορίσει σημαντικά την επιτυχημένη υλοποίηση της αποκατάστασης.

Οι δύο κύριοι όροι για την τελική διαμόρφωση είναι ότι ο χώρος θα αναμειγνύεται με την γειτονική γη μέσω της διόρθωσης των ανωμαλιών που μπορεί να παρουσιάζει και ότι θα διευκολύνει την φυσική απορροή των όμβριων νερών. Το δεύτερο έχει υποτιμηθεί πολλές φορές στο παρελθόν. Έτσι πρέπει να σχεδιαστεί το αποστραγγιστικό σύστημα πρώτα και μετά να ταιριάζει η τελική τοπογραφία σε αυτό, παρά το αντίθετο, που πολλές φορές είναι αδύνατο.

Η γνώση της τοπογραφίας και του συστήματος φυσικής παροχέτευσης των όμβριων, αποτελούν σημαντικό τμήμα ενός τέτοιου σχεδιασμού. Για την αποφυγή προβλημάτων ρύπανσης υπόγειων υδροφορέων, η απλή απάντηση είναι να δομηθεί ο Χ.Α.Δ.Α. υψηλότερα από τον περιβάλλοντα χώρο, υπολογίζοντας έτσι και την μελλοντική καθίζηση.

Για τον μελετώμενο χώρο διάθεσης, το νέο ανάγλυφο θα προσαρμοστεί στο ανάγλυφο του περιβάλλοντα χώρου, λαμβάνοντας όλα τα μέτρα που αναφέρονται πιο πάνω, με στόχο την "περιβαλλοντική ενοποίηση" της περιοχής.

3.19.1 Περιμετρική περίφραξη χ.α.δ.α.

Με την τοποθέτηση της περίφραξης επιτυγχάνονται τα παρακάτω:

- Ουσιαστικός έλεγχος του χώρου
- Αποφυγή εισόδου ατόμων στον Χ.Α.Δ.Α.
- Αποφυγή εισόδου κοπαδιών για βοσκή εντός του Χ.Α.Δ.Α.
- Οριοθέτηση ιδιοκτησίας του χώρου.

Τα χαρακτηριστικά και οι διαστάσεις της φαίνονται στο επισυναπτόμενο σχέδιο με αριθμό Λ2.

3.19.2 Συρματοπλέγμα

Θα χρησιμοποιηθεί το ειδικό συρματοπλέγμα περίφραξης οδών με ρομβοειδής οπές με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- 23 οριζόντια σύρματα (τα δύο ακραία διαμέτρου 2,50 mm και τα υπόλοιπα 21 σύρματα διαμέτρου 2,00 mm) από ατσαλόσυρμα υψηλού ποσοστού άνθρακα (0,45 - 0,50%) και εφελκυστικής αντοχής 1.200/1.400 N/mm² [16 διαστήματα 0,05 m. στο κάτω τμήμα, στη συνέχεια 3 διαστήματα 0,10 m, ακολούθως δύο διαστήματα 0,15 m και τέλος (στο ανώτερο τμήμα) ένα διάστημα 0,20 m].
- Κατακόρυφα σύρματα διαμέτρου 1,90 mm από χάλυβα χαμηλού ποσοστού άνθρακα ($\leq 0,10\%$) με εφελκυστική αντοχή 400/500 N/mm².
- Το ελάχιστο βάρος του γαλβανίσματος, σύμφωνα με το DIN 1548, θα είναι:
 - Για τα οριζόντια σύρματα διαμέτρου 2,00 mm: $\geq 210 \text{ gr/m}^2$
 - Για τα οριζόντια σύρματα διαμέτρου 2,50 mm: $\geq 230 \text{ gr/m}^2$
 - Για τα κατακόρυφα σύρματα διαμέτρου 1,90 mm: $\geq 240 \text{ gr/m}^2$

Η δειγματοληψία και ο έλεγχος του γαλβανίσματος, σύμφωνα με το άρθρο 31 Τ.Σ.Υ. του ΥΠΕΧΩΔΕ και τους λοιπούς όρους δημοπράτησης θα γίνει μετά την προσκόμιση του συρματοπλέγματος στο εργοτάξιο. Μετά την αποδοχή του συρματοπλέγματος, που θα γίνει με υπογραφή πρωτοκόλλου, θα γίνει τοποθέτηση του συρματοπλέγματος στο έργο.

3.19.3 Ύψος περίφραξης

Θα εφαρμοσθεί ύψος περίφραξης ίσο προς 1,90 m.

3.19.4 Απόσταση μεταξύ των πασσάλων και πάκτωση αυτών

Οι αξονικές αποστάσεις των πασσάλων μεταξύ των θα είναι 2,0 m. Για την πάκτωση των πασσάλων θα ανοιχθούν οπές συνολικού βάθους 50 cm και διαστάσεων 0,40 X 0,40 και θα πληρωθούν με σκυρόδεμα C12/16.

3.19.5 Πάσσαλοι

Οι πάσσαλοι θα είναι γαλβανισμένοι σιδηροπάσσαλοι γωνιακής διατομής 50/50/5 ύψους 2,20 m με έμπηξη στο έδαφος 30 cm.

3.19.6 Πρόσδεση συρματοπλέγματος - ενίσχυση περίφραξης

Η πρόσδεση του συρματοπλέγματος θα γίνεται τουλάχιστον σε τρία σημεία σε κάθε πάσσαλο (στα άκρα και στο μέσο του ύψους) με στερέωση μέσω γαλβανισμένων συρμάτων Νο 17 (διαμέτρου 4 mm) που θα διέρχονται μέσα από τις οπές διαμέτρου 10 mm που θα έχουν ανοιχθεί στους πασσάλους. Ανά 60 το πολύ μέτρα μήκους η περίφραξη θα ενισχύεται κατάλληλα με κατασκευή αντηρίδων μήκους 1,80 m.

3.20 Κατασκευή αναχώματος

Καθώς μεταξύ του βόρειου τμήματος του χώρου που αντιστοιχούσε στον «παλιό» Χ.Α.Δ.Α. και του νότιου τμήματος που αντιστοιχούσε στο «νέο» Χ.Α.Δ.Α. υπάρχει μεγάλη υψομετρική διαφορά, για λόγους ευστάθειας των πρανών θα κατασκευαστούν, στις διατομές p7 και p11, αναχώματα συνολικού μήκους 323,02 m που αποτυπώνονται στο σχέδιο Ε1.

Η μη κατείδυση ομβρίων υδάτων από το ψηλότερο στο χαμηλότερο σημείο του Χ.Α.Δ.Α. δια της επιφανείας των αναχωμάτων επιτυγχάνεται με κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων ορθογωνικής διατομής 0,80 x 1,00 m και συνολικού μήκους 323,02 m στις οποίες καταλήγουν 14 κλάδοι διάτρητων σωλήνων αποστράγγισης από PVC Φ120 συνολικού μήκους 280 m οι οποίοι θα τοποθετηθούν ανά 20 m εντός της ζώνης αποστράγγισης του διαμορφωμένου τελικού αναγλύφου.

3.21 Αντιτυρική ζώνη

Στο Δυτικό, Βόρειο και Ανατολικό τμήμα του Χ.Α.Δ.Α. το ρόλο αντιτυρικής προστασίας (που απαιτείται σύμφωνα με την 2156/15.05.2009 άδεια αποκατάστασης) τον παίζουν οι υπάρχοντες δρόμοι. Στο Νότιο τμήμα το ρόλο αντιτυρικής προστασίας θα τον παίζει η εσωτερική οδοποιία που προτείνεται δια της παρούσας μελέτης.

3.22 Πύλη εισόδου

Προβλέπεται να κατασκευαστεί μία πύλη εισόδου, η οποία θα είναι ανοιγόμενη, δίφυλλη και θα λειτουργεί χειροκίνητα.

Η πύλη θα στηρίζεται σε δύο υποστυλώματα, διαστάσεων 0,30 x 0,30 x 2,00 (H) κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η βάση των υποστυλωμάτων θα είναι 0,45 x 0,45 m, και θα είναι από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15.

Η πύλη είναι δίφυλλη με διαστάσεις φύλλου 300 x 170 cm. Το κάθε φύλλο είναι πλαίσιο από κοιλοδοκό 100 X 100 X 3 όπου έχουν ενσωματωθεί τέσσερα πλαίσια από δικτυωτό ρομβοειδές συρματόπλεγμα με βρόγχους 5 X 5 mm πάχους 2,2 mm και θα στηρίζεται στο υποστύλωμα με 4 μεντεσέδες βαρέως τύπου. Η κίνηση της πύλης εισόδου γίνεται με ράουλα που θα κινούνται σε οδηγό κυκλικής διαδρομής.

3.23 Ενημερωτική πινακίδα

Στο Χ.Α.Δ.Α. θα τοποθετηθεί πινακίδα πληροφοριών όπου θα αναγράφονται:

- ✓ Ο τίτλος του έργου
- ✓ Το όνομα, η διεύθυνση και το τηλέφωνο του Φορέα Υλοποίησης / Επібλεψης / Διαχείρισης
- ✓ Ο Ανάδοχος του Έργου
- ✓ Τα τηλέφωνα επείγουσας ανάγκης.

3.24 Παρακολούθηση – μεταφροντίδα

3.24.1 Μεταφροντίδα

Ο Χ.Α.Δ.Α. στη θέση «Κούκος» της Τ.Κ. Νικοπόλεως του Δήμου Πρέβεζας ανήκει στην 2^η κατηγορία σε ότι αφορά τις εργασίες αποκατάστασής του και σύμφωνα με την εγκύκλιο 109974/3106/22-10-2004 απαιτούνται έργα μεταφροντίδας του χώρου. Σύμφωνα με την με αριθμό πρωτοκόλλου ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. 2156/15.05.2009 άδεια αποκατάστασης αυτά περιορίζονται στην περιοδική επιθεώρησή του.

Έτσι, ο φορέας συντήρησης του χώρου περιοδικά θα παρακολουθεί σε ότι αφορά τη μηχανική συμπεριφορά του αναπλασθέντος ανάγλυφου τις διαφορικές καθιζήσεις, τις οριζόντιες μετατοπίσεις, τοπικές διαβρώσεις και ρηγματώσεις του αποκατεστημένου ανάγλυφου.

Επίσης, με ευθύνη του φορέα του έργου, θα γίνεται τακτική επιθεώρηση και συντήρηση των τάφρων παροχέτευσης των ομβρίων από πιθανή έμφραξή τους. Τέλος, ο φορέας θα παρακολουθεί με δική του ευθύνη αλλά και θα υποστηρίζει τη φυσική διαδικασία φυτοκάλυψης του χώρου για ελάχιστο διάστημα τρία (3) έτη.

Η προστασία του χώρου έναντι ανεπιθύμητων ανθρωπογενών παρεμβάσεων, όπως η απόρριψη αποβλήτων, η καταπάτηση εκτάσεων, η ανάπτυξη παράνομων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και το παράνομο κυνήγι, επιτυγχάνονται αρχικά με την κατασκευή περιμετρικής περίφραξης και πύλης εισόδου. Εκτός αυτών κρίνεται αναγκαία η επιτήρηση του χώρου από υπηρεσίες του φορέα σε τακτά χρονικά διαστήματα.

3.24.2 Περιβαλλοντικός έλεγχος (monitoring)

Το πρόγραμμα της Περιβαλλοντικής Παρακολούθησης περιλαμβάνει κάποιες ελάχιστες ενέργειες περιβαλλοντικού ελέγχου που θα πρέπει να εφαρμόζει ο Φορέας Διαχείρισης του χώρου κατά την περίοδο της μετέπειτα φροντίδας και οι οποίες αναλύονται παρακάτω:

✓ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η παρακολούθηση των κλιματολογικών δεδομένων είναι απαραίτητη για την κατάρτιση του υδατικού ισοζυγίου στο χώρο του Χ.Α.Δ.Α. Η βάση στην οποία στηρίζονται οι υπολογισμοί του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί η επιφανειακή απορροή και η παραγόμενη ποσότητα των στραγγισμάτων. Τα κλιματολογικά στοιχεία συνιστάται να προσδιορίζονται από μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται πλησίον του έργου. Θα πρέπει να καταγράφονται και να υφίστανται επεξεργασία τα ακόλουθα μετεωρολογικά δεδομένα.

A/A	Παράμετρος Ελέγχου	Συχνότητα Ελέγχου
1.	Όγκος και ένταση κατακρημνισμάτων	Καθημερινά επιπλέον των μηνιαίων τιμών
2.	Θερμοκρασία (κατώτατη, ανώτατη, 14:00 ΩΚΕ)	Μηνιαίος μέσος όρος
4.	Εξάτμιση (λυσίμετρο)	Καθημερινά επιπλέον των μηνιαίων τιμών

5.	Ατμοσφαιρική υγρασία (14:00 ΩΚΕ)	Μηνιαίος μέσος όρος
----	----------------------------------	---------------------

Πίνακας 30. Προδιαγραφές προγράμματος περιβαλλοντικής παρακολούθησης για την παρακολούθηση των μετεωρολογικών στοιχείων

3.24.3 Έλεγχος υπογείων υδάτων

Για την παρακολούθηση της ποιότητας του υπογείου νερού καθώς και της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα θα γίνεται παρακολούθηση από υφιστάμενες γεωτρήσεις εκτός του αποκατεστημένου χώρου κατάντη της υδραυλικής του κλίσης, σύμφωνα με τα προβλεφθέντα στην εγκεκριμένη Τ.Μ.Π.Α.

Ο έλεγχος της σύστασης των υπογείων υδάτων θα διεξάγεται με αναλύσεις που θα πραγματοποιούνται με μέριμνα του Φορέα Διαχείρισης του χώρου. Οι παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται είναι: pH, BOD₅, COD, SO₄, NH₄-N, Οργανικό N, Cl, φθόριο, TOC, φαινόλες, αγωγιμότητα, φωσφορικά, και βαρέα μέταλλα, πετρέλαιο/υδρογονάνθρακες, αρσενικό (As). Η συχνότητα των αναλύσεων παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Παράμετρος Ελέγχου	Συχνότητα Ελέγχου
Στάθμη υπογείων υδάτων	ανά εξάμηνο
Σύνθεση υπογείων υδάτων	ανά εξάμηνο

Πίνακας 31. Συχνότητα ελέγχου της ποιότητας και της ποσότητας των υπόγειων υδάτων

3.24.4 Παρακολούθηση της ποιότητας των επιφανειακών απορροών και υδάτων

Με μέριμνα του Φορέα Διαχείρισης του χώρου θα επιλεγούν δύο σημεία, ένα ανάντη και ένα κατάντη του χώρου, απ' όπου θα γίνεται δειγματοληψία για παρακολούθηση των επιφανειακών υδάτων. Η συχνότητα ελέγχου θα είναι εξαμηνιαία, και οι παράμετροι ελέγχου θα είναι ίδιες με εκείνες των υπόγειων υδάτων.

3.24.5 Παρακολούθηση καθιζήσεων

Για το μακροχρόνιο έλεγχο του τελικού ανάγλυφου του Χ.Α.Δ.Α. θα κατασκευαστεί δίκτυο «μαρτύρων» καθιζήσεων σε διάταξη που να καλύπτει το σύνολο του διαμορφωμένου νέου ανάγλυφου όπως φαίνεται στο Σχέδιο Ε1 της παρούσας μελέτης. Σε γενικές γραμμές οι μάρτυρες τοποθετούνται στα σημεία όπου εντοπίζεται το μεγαλύτερο ύψος των απορριμματικών αποθέσεων καθώς και στα σημεία των πρανών τα οποία παρουσιάζουν έντονες κλίσεις. Ο έλεγχος - παρακολούθηση των καθιζήσεων θα διεξάγεται με ευθύνη του φορέα διαχείρισης σε ετήσια βάση.

Ο κάθε μάρτυρας συντίθεται από μεταλλική βάση (0,30 m² περίπου) από λαμαρίνα 4 mm και έναν ιστό ύψους 2 m (χαλυβδοσωλήνα βαρέως τύπου, διαμέτρου 2''). Ο ιστός είναι κολλημένος στο κέντρο της μεταλλικής βάσης. Η βάση τοποθετείται σε μια ρηχή εκσκαφή 0,50 m περίπου μέσα στη στρώση της τελευταίας κάλυψης, πάνω, σε σκυρόδεμα καθαριότητας 5 cm. Ακολουθεί σκυρόδεμα (έρμα) 15 cm επάνω από την πλάκα. Η υπόλοιπη εκσκαφή επιχώνεται με αμμοχάλικο κάλυψης.

3.25 Έργα εσωτερικής οδοποιίας

Στο Νότιο τμήμα του χώρου θα κατασκευασθεί εσωτερική οδοποιία για να διευκολυνθεί η πρόσβαση στη δεξαμενή συλλογής στραγγισμάτων. Η οδοποιία θα παίξει και το ρόλο αντιτυρικής προστασίας στο συγκεκριμένο χώρο. Αυτή συνίσταται σε κατασκευή δρόμου

μήκους 165,00 m με πλάτος οδοστρώματος 4,00 m (συνολικό πλάτος μετά των ερεισμάτων 5,00 m). Για την κατασκευή και την προστασία του απαιτούνται οι κάτωθι εργασίες:

- Θα γίνουν εκσκαφές και επιχώματα σύμφωνα με την συνημμένη μηκοτομή και τις κατά πλάτος τομές της οδού (αριθμοί σχεδίων Μ2 & Δ4) που παρουσιάζονται στον πίνακα χωματισμών που ακολουθεί.

ΔΙΑΤΟΜΗ	ΧΙΛ. ΘΕΣΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΑΠΟΣΤ. ΜΕΤΑΞΥ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ		ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	
			ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ	ΕΠΙΦΑΝ.	ΚΥΒΟΙ
			[m2]	[m3]	[m2]	[m3]
P0	0+000.000		2,71		0,07	
		13,08		111,33		0,23
P1	0+013.082		14,31		0,00	
		13,08		171,16		0,00
A2	0+026.163		11,86		0,00	
		14,07		41,69		12,75
Δ2	0+040.230		0,00		3,62	
		14,07		0,00		167,68
T2	0+054.297		0,00		20,21	
		20,00		7,59		376,74
P2	0+074.297		1,52		17,46	
		13,52		18,97		246,54
P3	0+087.822		1,29		19,00	
		13,52		14,94		276,34
A3	0+101.346		0,92		21,87	
		18,85		42,88		313,83
Δ3	0+120.201		3,63		11,42	
		18,85		43,38		234,33
T3	0+139.055		0,98		13,43	
		13,03		21,09		107,80
P4	0+152.083		2,26		3,12	
		13,03		49,09		32,02
P5	0+165.110		5,27		1,80	
ΣΥΝΟΛΙΚΑ		165,10		522,12		1.768,26

ΠΙΝΑΚΑΣ 32. ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑ

- Θα γίνει μια στρώση υπόβασης από υλικό 3Α μέσου πάχους 20cm και μία στρώση βάσης από υλικό 3Α μέσου πάχους 10cm και πλάτους 5,00 m.
- Θα γίνει προεπάλειψη ασφαλτικής στρώσης πλάτους 4,50 m
- Θα γίνει συγκολλητική επάλειψη και κατασκευή ασφαλτικής στρώσης πλάτους 4,00 m
- Θα κατασκευασθούν σωληνωτά με τσιμεντοσωλήνες Φ120 συνολικού μήκους 13 m που θα εγκιβωτισθούν υποκάτω της οδού και για την προστασία της θα κατασκευασθούν περυγότοιχοι.
- Θα κατασκευασθεί τάφρος απορροής ομβρίων υδάτων

3.26 Προϋπολογισμός έργου

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ										
Α.Τ	Είδος Εργασιών	Κωδικός άρθρου	Κωδικός αναθεώρησης	Μον. Μετρ.	Ποσότητα	Τιμή καθαρή	Τιμή μεταφοράς	Τιμή Μονάδας (Ευρώ)	Δαπάνη (Ευρώ)	
									Μερική Δαπάνη	Ολική Δαπάνη
	1. ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ									
A.	A. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΙΑΣΠΑΡΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΑΔΑ									
A.1	Συλλογή και φορτοεκφόρτωση προϊόντων εκσκαφών ή απορριμμάτων με μηχανικά μέσα	N.T.1 (4.02.02 Σχ)	ΥΔΡ 6054	m ³	16.800,00	0,81 €		0,81 €	13.608,00 €	
	ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ									13.608,00 €
B.	B. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ									
B.1	Εκσκαφή σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες	A-2	ΟΔΟ 1123A	m ³	34.150,00	0,70 €		0,70 €	23.905,00 €	
B.2	Επιχώσεις ορυγμάτων με προϊόντα εκσκαφών χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις συμπίκνωσης	5.03	ΥΔΡ 6066	m ³	37.150,00	0,45 €		0,45 €	16.717,50 €	
B.3	Εξυγιαντική στρώση με φυσικά αμμοχάλικα <u>(Για την κατασκευή στρώσης εξομάλυνσης, περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)</u>	5.09.01	ΥΔΡ 6067	m ³	15.470,00	4,30 €	6,34	10,64 €	164.600,80 €	
B.4	Δάνεια θραυστών επίλεκτων υλικών Κατηγορίας E4 <u>(περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού, για κατασκευή αναχώματος)</u>	A-18.2	ΟΔΟ 1510	m ³	6.870,00	1,58 €	6,34	7,92 €	54.410,40 €	
B.5	Κατασκευή συμπίεσμένου επιχώματος από υλικά που έχουν προσκομισθεί επί τόπου <u>(για κατασκευή αναχώματος)</u>	5.01	ΥΔΡ 6079	m ³	5.630,00	0,65 €		0,65 €	3.659,50 €	
B.6	Λιθορριπή κοιτοστρώσεων, αναβαθμών κ.λ.π. <u>(για κατασκευή αναχώματος)</u>	B-7	ΥΔΡ 6157	m ³	1.940,00	17,50 €		17,50 €	33.950,00 €	
B.7	Κατασκευή φατνών συρματοκιβωτίων με γαλβανισμένο συρματοπλέγμα διπλής πλέξης	8.01.01	ΥΔΡ 6151	kg	3.750,00	4,00 €		4,00 €	15.000,00 €	
B.8	Πλήρωση φατνών συρματοκιβωτίων με θραυστό υλικό λατομικής προέλευσης <u>(περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)</u>	8.02.01	ΥΔΡ 6154	m ³	330,00	17,30 €	6,34	23,64 €	7.801,20 €	
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ									320.044,40 €

Γ.	Γ. ΕΡΓΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ									
Γ.1	Υπόβαση οδοστρωσίας μεταβλητού πάχους (Π.Τ.Π 0-150), (περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	Γ-1.1	ΟΔΟ 3121.Β	m ³	165,00	11,66 €	6,48	18,14 €	2.993,10 €	
Γ.2	Βάση οδοστρωσίας μεταβλητού πάχους (Π.Τ.Π. 0-155) (περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	Γ-2.1	ΟΔΟ 3211Β	m ³	90,00	11,96 €	6,48	18,44 €	1.659,60 €	
Γ.3	Άοπλο C12/15 (B10) ρείθρων, τάφρων κλπ	Β-29.2.1	ΟΔΟ 2531	m ³	90,00	86,50 €		86,50 €	7.785,00 €	
Γ.4	Ασφαλτική προεπάλειψη	Δ-3	ΟΔΟ 4110	m ²	745,00	1,24 €		1,24 €	923,80 €	
Γ.5	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	Δ-4	ΟΔΟ 4120	m ²	0,00	0,42 €		0,42 €	0,00 €	
Γ.6	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους 0,05 m (Π.Τ.Π. Α265), (περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	Δ-8.1	ΟΔΟ 4421.Β	m ²	660,00	5,31 €	0,48	5,79 €	3.821,40 €	
Γ.7	Εκσκαφή σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες	Α-2	ΟΔΟ 1123Α	m ³	550,00	0,70 €		0,70 €	385,00 €	
Γ.8	Κατασκευή επιχωμάτων	Α-20	ΟΔΟ 1530	m ³	1.760,00	1,08 €		1,08 €	1.900,80 €	
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ									19.468,70 €
Δ.	Δ. ΠΥΛΗ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ ΓΗΠΕΔΟΥ									
Δ.1	Εκσκαφή θεμελίων και τάφρων με χρήση μηχανικών μέσων, χωρίς την καθαρή μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής σε εδάφη γαιοημιβραχώδη (για τοποθέτηση πασσάλων - αντιρήδων)	20.05.01	ΟΙΚ 2124	m ³	30,00	6,70 €		6,70 €	201,00 €	
Δ.2	Προμήθεια, μεταφορά επιτόπου, διάστρωση και συμπύκνωση σκυροδέματος χωρίς χρήση αντλίας για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15 (για πάκτωση πασσάλων - αντιρήδων)	32.02.03	ΟΙΚ 3213	m ³	30,00	106,00 €		106,00 €	3.180,00 €	
Δ.3	Πάσσαλοι περιφραγμάτων από μορφοσιδηρο διατομής "L" ή "T"	64.41	ΟΙΚ 6441	kg	3.500,00	2,80 €		2,80 €	9.800,00 €	
Δ.4	Συρματόπλεγμα με ρομβοειδή οπή	64.48	ΟΙΚ 6448	m ²	1.200,00	3,20 €		3,20 €	3.840,00 €	
Δ.5	Πύλη εισόδου	N.T. 4	-	τεμ	0	2.500,00 €		2.500,00 €	0,00 €	
	ΣΥΝΟΛΟ ΠΥΛΗ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ ΓΗΠΕΔΟΥ									17.021,00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ										370.142,10 €

	2. ΕΡΓΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ									
--	-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ε.	Ε. ΕΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ								
Ε.1	Εκσκαφές τάφρων ή διωρύγων σε εδάφη γαιώδη -ημιβραχώδη, με την παράπλευρη απόθεση των ποσίωντων εκσκαφών	3.01.01	ΥΔΡ 6053	m ³	1.470,00	0,59 €		0,59 €	867,30 €
Ε.2	Πλήρωση τάφρων αποστράγγισης	B-62	ΟΔΟ 2815	m ³	160,00	13,00 €		13,00 €	2.080,00 €
Ε.3	Εξυγίανση εδάφους με αμμοχάλικο (περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	5.09.01	ΥΔΡ 6067	m ³	700,00	4,30 €	6,34	10,64 €	7.448,00 €
Ε.4	Ξυλότυποι η σιδηρότυποι επιπέδων επιφανειών	9.01	ΥΔΡ 6301	m ²	4.700,00	6,50 €		6,50 €	30.550,00 €
Ε.5	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπίκνωση και συντήρηση σκυροδέματος, Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C 8/10 (στρώση εξυγίανσης τάφρων, οχτών κλπ)	9.10.01	ΥΔΡ 6323	m ³	75,00	63,00 €		63,00 €	4.725,00 €
Ε.6	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπίκνωση και συντήρηση σκυροδέματος, Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C 12/16 (Τάφροι, κλπ)	9.10.03	ΥΔΡ 6326	m ³	610,00	75,50 €		75,50 €	46.055,00 €
Ε.7	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπίκνωση και συντήρηση σκυροδέματος, Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C 16/20 (Πτερυγότοιχοι σωληνωτών αγωγών)	9.10.04	ΥΔΡ 6327	m ³	35,00	83,00 €		83,00 €	2.905,00 €
Ε.8	Χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος, κατηγορίας B500C (55005), (Πτερυγότοιχοι σωληνωτών αγωγών)	9.26	ΥΔΡ 6311	Kg	1.750,00	0,97 €		0,97 €	1.697,50 €
Ε.9	Αγωγοί αποχετεύσεως ομβρίων από τσιμεντοσωλήνες σειράς 75, Ονομαστικής διαμέτρου D1200 mm (Σωληνωτοί οχετοί)	12.02.09	ΥΔΡ 6551.7	m	13,00	150,00 €		150,00 €	1.950,00 €
Ε.10	Διάτρητοι σωλήνες στραγγιστηρίων από PVC, Φ120	B-57.1	ΥΔΡ 6620.1	m	200,00	5,75 €		5,75 €	1.150,00 €
Ε.11	Βαθμιδωτά ρείθρα	B-67	ΟΔΟ 2548	m	50,00	10,80 €		10,80 €	540,00 €
Ε.12	Φρεάτιο εισροής βαθμιδωτών ρείθρων	B-68	ΟΔΟ 2548	τεμ.	0	139,40 €		139,40 €	0,00 €
Ε.13	Φρεάτιο εκροής βαθμιδωτών ρείθρων	B-69	ΟΔΟ 2548	τεμ.	0	108,30 €		108,30 €	0,00 €
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ								
									99.967,80 €
ΣΤ.	ΣΤ. ΕΡΓΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ								
ΣΤ.1	Κατασκευή αργιλικού υποστρώματος στεγανοποίησης σε επιφάνειες εδάφους με κλίση έως 15% (Για την κατασκευή μονωτικής στρώσης, περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	14.01.01	ΥΔΡ 6079	m ³	9.350,00	2,10 €	6,34	8,44 €	78.914,00 €
ΣΤ.2	Στρώση στράγγισης οδοστρώματος (Π.Τ.Π 0-150) (στρώση αποστράγγισης ομβρίων, περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	Γ-3	ΟΔΟ 3121.B	m ³	9.350,00	11,37 €	6,34	17,71 €	165.588,50 €
ΣΤ.3	Προμήθεια και τοποθέτηση γεωυφασματος διαχωρισμού μη υφαντό των 400 gr/m ²	14.05.03	ΥΔΡ 6361	m ²	31.150,00	1,90 €		1,90 €	59.185,00 €

ΣΤ.4	Πλήρωση με κατάλληλη φυτική γη (τελική στρώση κάλυψης)	N.T. 2 (Α-25 Σχετικό)	ΟΔΟ 1620	m³	21.700,00	2,30 €		2,30 €	49.910,00 €	
ΣΤ.5	Μάρτυρας καθίζησης	N.T.3	-	τεμ.	6	250,00 €		250,00 €	1.500,00 €	
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ									355.097,50 €
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ									455.065,30 €

	3. ΕΡΓΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ, ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ									
Z.	Z. ΕΡΓΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ									
Z.1	Αγωγοί αποχέτευσης από σωλήνες διάτρητους HDPE D250 mm	12.14.01.13	ΥΔΡ 6621.6	m	700,00	35,60 €		35,60 €	24.920,00 €	
Z.2	Προκατασκευασμένα κυκλικά φρεάτια εσωτερικής διαμέτρου Φ 1,50	16.14.02	ΥΔΡ 6327	τεμ	13	1.620,00 €		1.620,00 €	21.060,00 €	
Z.3	Χυτοσιδηρά καλλύματα φρεατίων,κοινά	11.01.01	ΥΔΡ6752	Kg	650,00	1,75 €		1,75 €	1.137,50 €	
Z.4	Βαθμίδες από χυτοσίδηρο	11.03	ΥΔΡ6753	Kg	800,00	2,30 €		2,30 €	1.840,00 €	
Z.5	Εκσκαφές τάφρων ή διωρύγων σε εδάφη γαιώδη - ημιβραχώδη, με την παράπλευρη απόθεση των προϊόντων εκσκαφών	3.01.01	ΥΔΡ 6053	m³	1.350,00	0,59 €		0,59 €	796,50 €	
Z.6	Πλήρωση τάφρων αποστράγγισης	B-62	ΟΔΟ 2815	m³	750,00	13,00 €		13,00 €	9.750,00 €	
Z.7	Μεμβράνη στεγάνωσης τάφρων	B-42	ΟΔΟ 2412	m²	1.850,00	5,93 €		5,93 €	10.970,50 €	
Z.8	Προμήθεια, μεταφορά επί τόπου, διάστρωση και συμπύκνωση σκυροδέματος με χρήση αντλίας ή πυργογερανού για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C 20/25 (Δεξαμενή συλλογής)	32.01.05	ΟΙΚ 3215	m³	70,00	120,00 €		120,00 €	8.400,00 €	
Z.9	Αγωγοί αποχετεύσεως ακαθάρτων από τσιμεντοσωλήνες σειράς 150, Ονομαστικής διαμέτρου D400 mm	12.07.01	ΥΔΡ 6551.3	m	140,00	45,50 €		45,50 €	6.370,00 €	
Z.10	Σκυρόδεμα κατηγορίας C 16/20 (τάφρου στραγγισμάτων)	9.10.04	ΥΔΡ 6327	m³	450,00	83,00 €		83,00 €	37.350,00 €	
Z.11	Χαλύβδινοι οπλισμοί κατηγορίας B500C (S500s)	9.26	ΥΔΡ6311	Kg	33.500,00	0,97 €		0,97 €	32.495,00 €	
Z.12	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπύκνωση και συντήρηση σκυροδέματος, Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C 8/10 (στρώση εξυγίανσης τάφρων, οχετών κλπ)	9.10.01	ΥΔΡ 6323	m³	85,00	63,00 €		63,00 €	5.355,00 €	
Z.13	Ξυλότυποι η σιδηρότυποι επιπέδων επιφανειών	9.01	ΥΔΡ 6301	m²	960,00	6,50 €		6,50 €	6.240,00 €	
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ									166.684,50 €

Η	Η. ΕΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ									
H.1	Σωληνώσεις από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) CE 80, δευτέρης γενιάς, MRS8, ονομ. διαμέτρου DN 160 mm / ονομ. πίεσης PN 10 atm	ΥΔΡ 12.14.02.10	ΥΔΡ 6621.3	μ	115,00	19,40 €		19,40 €	2.231,00 €	
H.2	Διάνοιξη υδρογεωτρήσεως Φ 500 mm σε πετρώματα μαλακά	ΥΔΡ Ν 15.01.06	ΥΔΡ 7101.1	μ	110,00	152,00 €		152,00 €	16.720,00 €	
H.3	Μετακίνηση υδρογεωτρυπάνου των 500 mm και εγκατάσταση στη θέση λειτουργίας (Αποσυναρμολόγηση και φόρτωση)	ΥΔΡ Ν 15.16.03	ΥΔΡ 7118.1	τεμ	0	500,00 €		500,00 €	0,00 €	
H.4	Μετακίνηση υδρογεωτρυπάνου των 500 mm και εγκατάσταση στη θέση λειτουργίας (Εκφόρτωση και εγκατάσταση)	ΥΔΡ Ν 15.16.04	ΥΔΡ 7118.2	τεμ	0	900,00 €		900,00 €	0,00 €	
H.5	Μετακίνηση υδρογεωτρυπάνου των 500 mm από θέση σε θέση	ΥΔΡ Ν 15.16.05	ΥΔΡ 7118.2	τεμ	19	200,00 €		200,00 €	3.800,00 €	
H.6	Σωληνώσεις από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) CE 80, δευτέρης γενιάς, MRS8, ονομ. διαμέτρου DN 63 mm / ονομ. πίεσης PN 10 atm	ΥΔΡ 12.14.02.04	ΥΔΡ 6621.1	μ	260,00	5,10 €		5,10 €	1.326,00 €	
H.7	Σωληνώσεις από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) CE 80, δευτέρης γενιάς, MRS8, ονομ. διαμέτρου DN 75 mm / ονομ. πίεσης PN 10 atm	ΥΔΡ 12.14.02.05	ΥΔΡ 6621.1	μ	305,00	5,90 €		5,90 €	1.799,50 €	
H.8	Σωληνώσεις από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) CE 80, δευτέρης γενιάς, MRS8, ονομ. διαμέτρου DN 90 mm / ονομ. πίεσης PN 10 atm	ΥΔΡ 12.14.02.06	ΥΔΡ 6621.1	μ	90,00	8,10 €		8,10 €	729,00 €	
H.9	Σωληνώσεις από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) CE 80, δευτέρης γενιάς, MRS8, ονομ. διαμέτρου DN 110 mm / ονομ. πίεσης PN 10 atm	ΥΔΡ 12.14.02.07	ΥΔΡ 6621.1	μ	120,00	5,90 €		10,80 €	1.296,00 €	
H.10	Σωληνώσεις από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) CE 80, δευτέρης γενιάς, MRS8, ονομ. διαμέτρου DN 125 mm / ονομ. πίεσης PN 10 atm	ΥΔΡ 12.14.02.08	ΥΔΡ 6621.2	μ	15,00	8,10 €		13,00 €	195,00 €	
H.11	Χαλικόφιλτρο υδρογεωτρήσεως	ΥΔΡ 15.14	ΥΔΡ 7115	μ3	40,00	56,20 €		56,20 €	2.248,00 €	
H.12	Διάστρωση και εγκιβωτισμός σωλήνων με άμμο λατομείου	ΥΔΡ 5.07	ΥΔΡ 6069	μ3	140,00	9,80 €	5,63	15,43 €	2.160,20 €	
H.13	Κεφαλή βιοαερίου πλήρης με βαλβίδα εκτόνωσης και στόμιο δειγματοληψίας	ΑΤΗΕ Ν\10.15	ΗΛΜ 61	Τεμ.	19	480,00 €		480,00 €	9.120,00 €	
H.14	Συλλογέας (manifold) βιοαερίου	ΑΤΗΕ Ν\10.14	ΗΛΜ 62	Τεμ.	0	2.400,00 €		2.400,00 €	0,00 €	
H.15	Προκατασκευασμένα κυκλικά φρεάτια εσωτερικής διαμέτρου Φ 1,50	ΥΔΡ 16.14.02	ΥΔΡ 6327	τεμ	19	1.620,00 €		1.620,00 €	30.780,00 €	
H.16	Χυτοσιδηρά καλύμματα φρεατίων, από ελατό χυτοσίδηρο (ductile iron)	ΥΔΡ 11.01.02	ΥΔΡ 6752	kg	950,00	2,30 €		2,30 €	2.185,00 €	
H.17	Πυρόςός καύσης	N.T.6		τεμ	0	28.000,00 €		28.000,00 €	0,00 €	
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ									74.589,70 €
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ, ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ									241.274,20 €
Θ	Θ. ΕΡΓΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ									
Θ.1	Άνοιγμα λάκκων σε χαλαρά εδάφη με εργαλεία χειρός, διαστάσεων 0,50 X 0,50 X 0,50 m	ΠΡΣ Ε01.2	ΠΡΣ 5120	τεμ	230	1,60 €		1,60 €	368,00 €	

Θ.2	Δένδρα, κατηγορίας Δ3 (Περιμετρική δεντροφύτευση)	ΠΡΣ Δ01.3	ΠΡΣ 5210	τεμ	230	12,40 €		12,40 €	2.852,00 €	
Θ.3	Φύτευση φυτών με μπάλα χώματος όγκου 4,50 - 12,00 lt	ΠΡΣ Ε09.5	ΠΡΣ 5210	τεμ	230	1,30 €		1,30 €	299,00 €	
Θ.4	Υποστύλωση δένδρου με την αξία του πασσάλου Για μήκος πασσάλου μέχρι 2,50 m	ΠΡΣ Ε11.1.1	ΠΡΣ 5240	τεμ	230	3,00 €		3,00 €	690,00 €	
Θ.5	Σχηματισμός λεκανών άρδευσης φυτών, διαμέτρου από 0,61 m και άνω	ΠΡΣ ΣΤ01.2	ΠΡΣ 5330	τεμ	230	0,75 €		0,75 €	172,50 €	
Θ.6	Λίπανση φυτών με τα χέρια	ΠΡΣ ΣΤ03.1	ΠΡΣ 5340	τεμ	230	0,10 €		0,10 €	23,00 €	
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΠΡΑΣΙΝΟΥ									4.404,50 €
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΩΝ ΠΡΑΣΙΝΟΥ									4.404,50 €
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ									1.070.886,10 €
	ΓΕ & ΟΕ 18%									192.759,50 €
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ Σ1									1.263.645,60 €
	ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ 15%									189.546,84 €
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ Σ2									1.453.192,44 €
	Άσφαλτος απολογιστικά									2.217,38 €
	ΓΕ & ΟΕ ασφάλτου 18%									399,13 €
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ Σ3									1.455.808,95 €
	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ									88.906,50 €
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ Σ4									1.544.715,45 €
	Φ.Π.Α 23%									355.284,55 €
	ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ									1.900.000,00 €

Πίνακας 32: Προϋπολογισμός Έργου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

4.1 Εισαγωγή

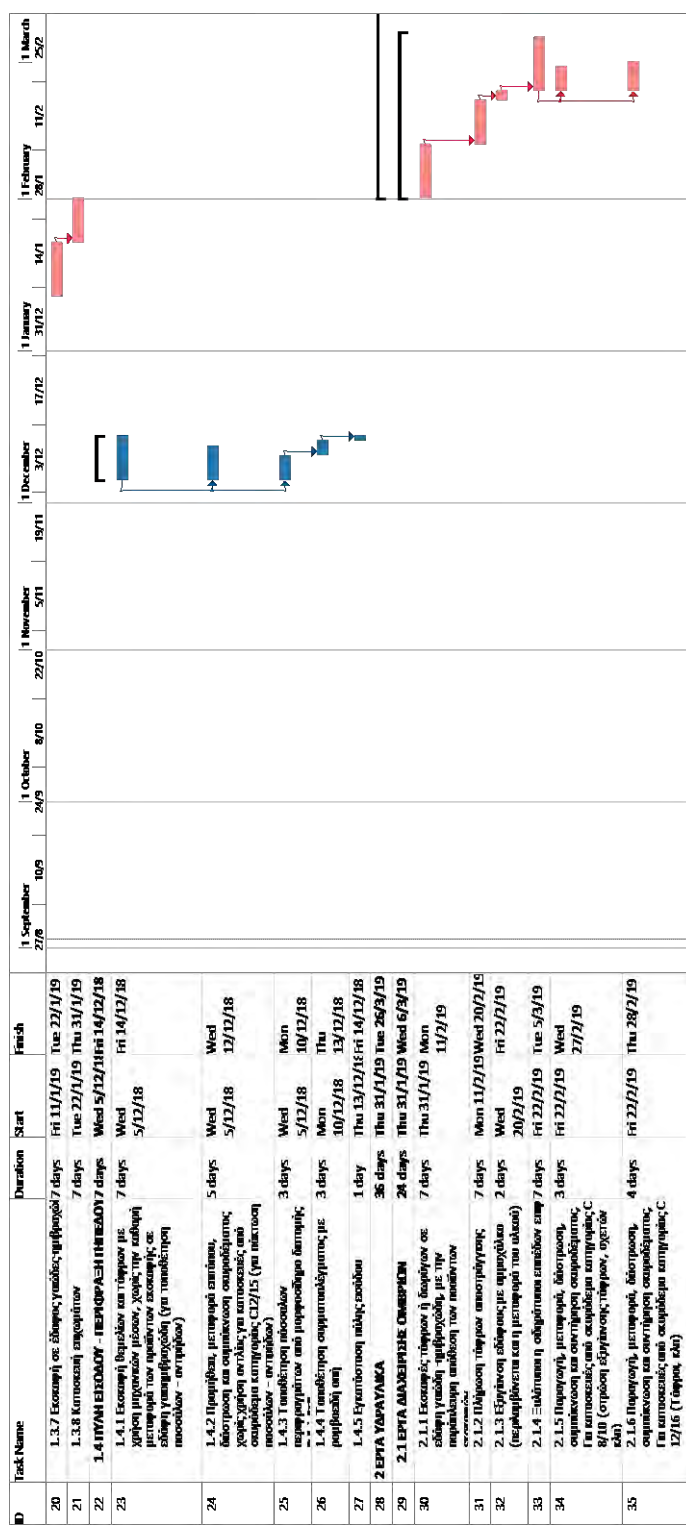
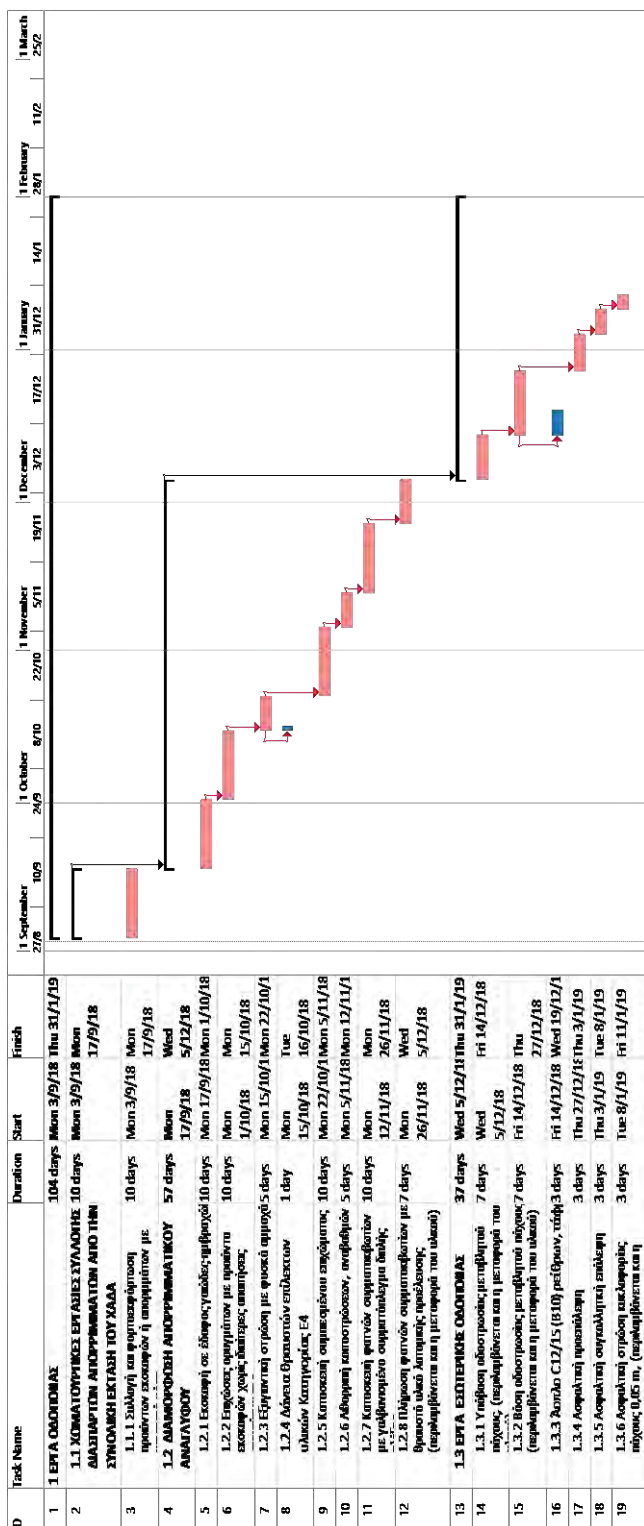
Στόχος του κεφαλαίου είναι η συγκρότηση του χρονοδιαγράμματος του έργου και ο υπολογισμός των χρηματορροών κατά τη διάρκεια της κατασκευής του. Εξετάζεται η περίπτωση της ενωρίτερης και της βραδύτερης δυνατής έναρξης των δραστηριοτήτων και συγκρίνονται. Τα παραπάνω έγιναν με τη βοήθεια του λογισμικού διαχείρισης έργων Microsoft Office Project 2007.

4.2 Μεθοδολογία

- Δημιουργήθηκε ένα νέο έργο στο Microsoft Office Project.
- Εισήχθησαν σε αυτό οι δραστηριότητες που αποτελούν το έργο όπως δίνονται στη μελέτη.
- Σε κάθε μια δραστηριότητα εισήχθη το κόστος.
- Καθορίστηκαν οι σχέσεις αλληλουχίας των δραστηριοτήτων και έγινε εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου με βάση τη σχετική με έργα οδοποιίας βιβλιογραφία, τη μελέτη, τα χαρακτηριστικά του έργου και με τη βοήθεια του χρονοδιαγράμματος του αναδόχου.
- Εισήχθησε το ημερολόγιο του έργου έχοντας ληφθεί υπόψη όλες οι επίσημες αργίες των ετών 2018 – 2019 των αντίστοιχων μηνών λειτουργίας ολόκληρου του έργου.
- Εξήχθησαν τα αντίστοιχα γραφήματα Gantt και Network Diagram που αποτελούν σημαντικό κομμάτι στην υλοποίηση του χρονικού προγραμματισμού. Το Microsoft Office Project υπολογίζει τη διάρκεια κάθε δραστηριότητας με βάση τις ημερομηνίες αρχής και πέρατος των υποδραστηριοτήτων και το κόστος της αθροίζοντας τα κόστη κάθε υποδραστηριότητας. Επίσης υπολογίζει και μπορεί να εμφανίσει το ποσοστό ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων από το ποσοστό ολοκλήρωσης των υποδραστηριοτήτων

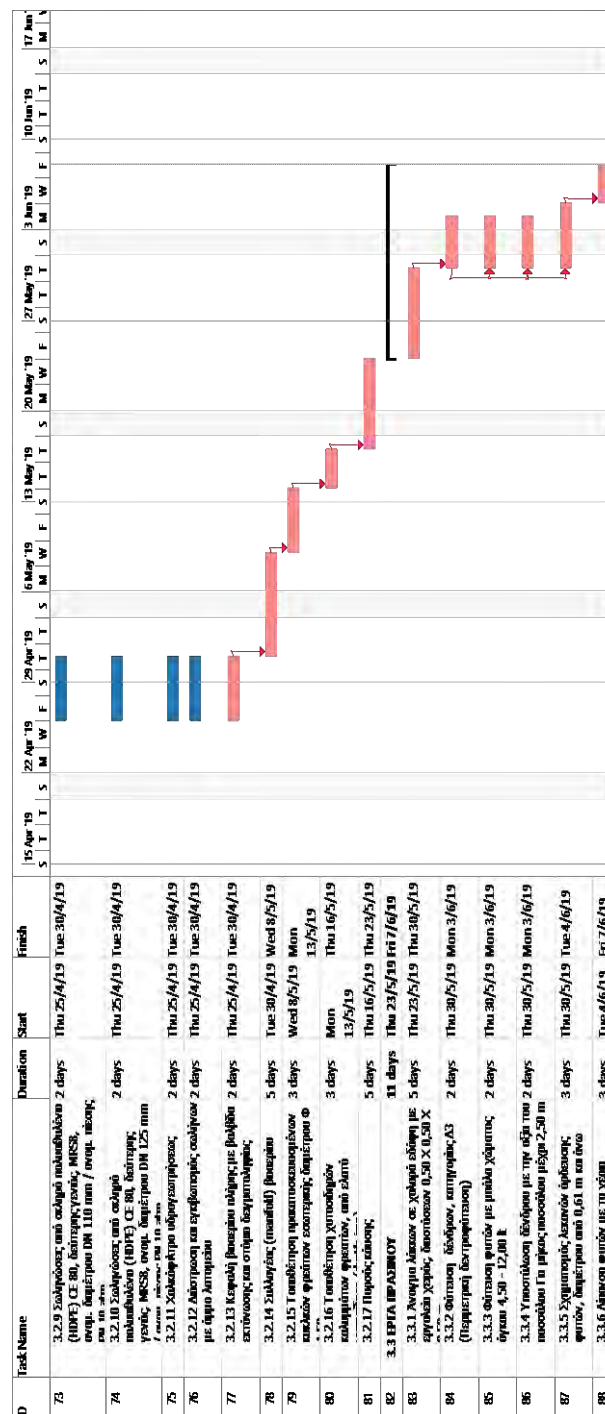
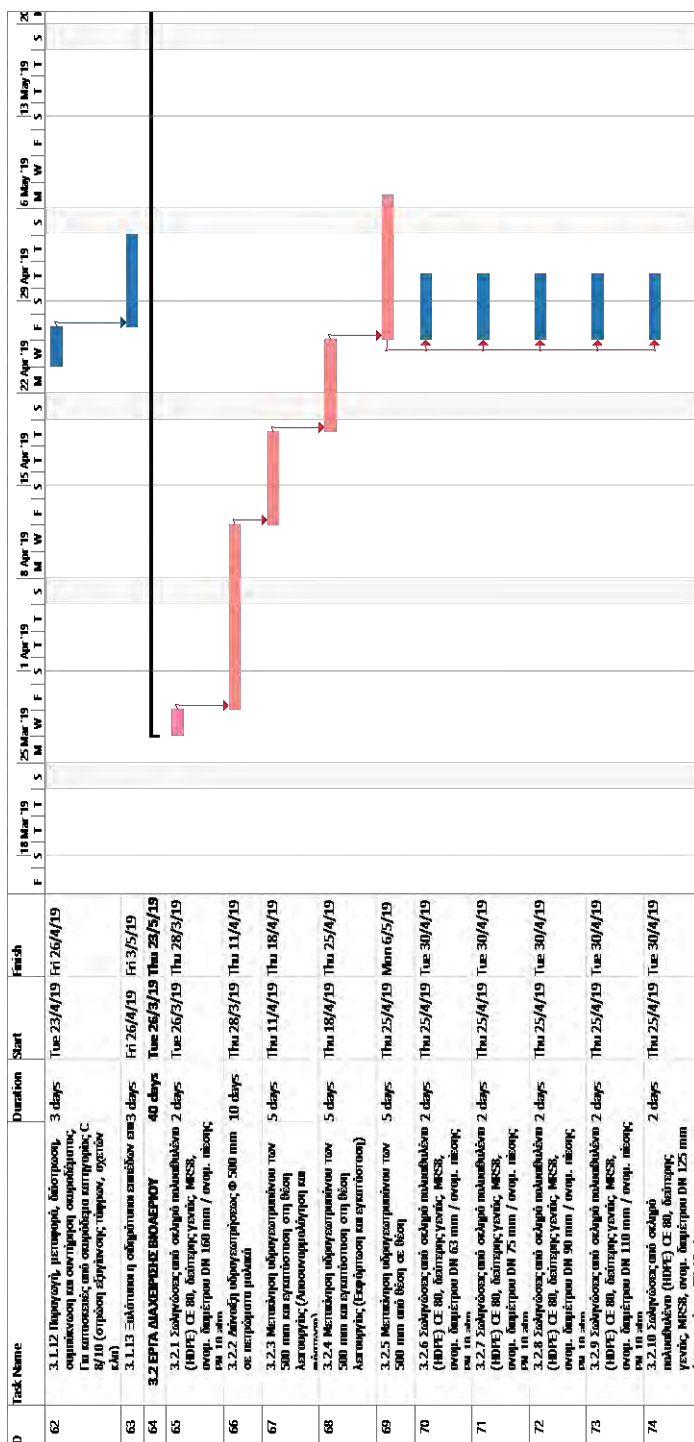
4.3 Χρονοδιάγραμμα έργου

Με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε προηγουμένως προκύπτει το χρονοδιάγραμμα του έργου



ID	Task Name	Duration	Start	Finish
34	2.1.5 Προσγωγή, μεταφορά, δόστρωση, συμπίεση και σφράγιση οπασμάτων, ΓΤ κατωκοιάς, από σφράγιση κατηγορίας C 8/10 (σπίρωση εδράνων, τήραση, σχέτων κλπ)	3 days	Fri 22/2/19	Wed 27/2/19
35	2.1.6 Προσγωγή, μεταφορά, δόστρωση, συμπίεση και σφράγιση οπασμάτων, ΓΤ κατωκοιάς, από σφράγιση κατηγορίας C 12/16 (Τήραση, σχέτων κλπ)	4 days	Fri 22/2/19	Thu 28/2/19
36	2.1.7 Προσγωγή, μεταφορά, δόστρωση, συμπίεση και σφράγιση οπασμάτων, ΓΤ κατωκοιάς, από σφράγιση κατηγορίας C 16/20 (Τήραση, σχέτων κλπ)	5 days	Fri 22/2/19	Fri 1/3/19
37	2.1.8 Προμήθεια χαλύβδινων οπλισμών οπασμάτων, κατηγορίας 2 days	2 days	Fri 22/2/19	Tue 26/2/19
38	2.1.9 Προμήθεια οπασμάτων σφραγιστικών οπασμάτων από τοιχοποιϊκές αρμάδες 75, 2 days	2 days	Fri 22/2/19	Tue 26/2/19
39	2.1.10 Προμήθεια οπασμάτων οπλίσμων από PVC, Ø120 3 days	3 days	Fri 22/2/19	Tue 26/2/19
40	2.1.11 Κατασκευή βελτιωμένων βελών 1 day	1 day	Fri 1/3/19	Mon 4/3/19
41	2.1.12 Τυπική φράση και φράση 1 day	1 day	Fri 1/3/19	Mon 4/3/19
42	2.1.13 Τυπική φράση και φράση 1 day	1 day	Fri 1/3/19	Mon 4/3/19
43	2.2 ΕΡΓΑ ΤΕΛΕΩΣ ΚΑΛΥΨΗΣ 12 days	12 days	Wed 6/3/19	Tue 26/3/19
44	2.2.1 Κατασκευή οπασμάτων σφραγιστικών οπασμάτων, με εδράση 15%	7 days	Wed 6/3/19	Mon 18/3/19
45	2.2.2 Σπίρωση οπασμάτων, οπασμάτων 5 days	5 days	Mon 18/3/19	Tue 26/3/19
46	2.2.3 Προμήθεια και τυπική φράση 1 day	1 day	Mon 18/3/19	Tue 26/3/19
47	2.2.4 Πύρωση με καπνολήρη φουλά γη 2 days	2 days	Tue 19/3/19	Thu 21/3/19

ID	Task Name	Duration	Start	Finish
47	2.2.4 Πύρωση με καπνολήρη φουλά γη 2 days	2 days	Tue 19/3/19	Thu 21/3/19
48	2.2.5 Προμήθεια και τυπική φράση 2 days	2 days	Thu 21/3/19	Tue 26/3/19
49	3 ΕΡΓΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΥ, ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΥΘΑΝΟΝ 51 days	51 days	Tue 26/3/19	Fri 7/6/19
50	3.1 ΕΡΓΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΡΑΤΙΣΜΑΤΩΝ 26 days	26 days	Tue 26/3/19	Fri 7/6/19
51	3.1.1 Προμήθεια και τυπική φράση 3 days	3 days	Tue 26/3/19	Fri 7/6/19
52	3.1.2 Τυπική φράση και τυπική φράση 2 days	2 days	Fri 29/3/19	Tue 2/4/19
53	3.1.3 Προμήθεια και τυπική φράση 2 days	2 days	Fri 29/3/19	Tue 2/4/19
54	3.1.4 Κατασκευή βελών από χαλύβδινους 10 days	10 days	Fri 29/3/19	Fri 12/4/19
55	3.1.5 Εξασφάλιση τήραση ή δόστρωση σε εδράση γαλά, ημερήσια, με την ημερήσια απόδοση των ημερήσιων 5 days	5 days	Fri 12/4/19	Fri 19/4/19
56	3.1.6 Πύρωση τήραση από σφράγιση 5 days	5 days	Fri 19/4/19	Fri 26/4/19
57	3.1.7 Μεταμόρφωση οπασμάτων τήραση 2 days	2 days	Fri 19/4/19	Tue 23/4/19
58	3.1.8 Προμήθεια, μεταφορά και τυπική φράση 3 days	3 days	Fri 19/4/19	Wed 24/4/19
59	3.1.9 Αφαίρεση οπασμάτων 2 days	2 days	Fri 19/4/19	Tue 23/4/19
60	3.1.10 Κατασκευή οπασμάτων C 16/20 2 days	2 days	Fri 19/4/19	Tue 23/4/19
61	3.1.11 Κατασκευή οπασμάτων κατηγορίας C 16/20 2 days	2 days	Fri 19/4/19	Tue 23/4/19
62	3.1.12 Προσγωγή, μεταφορά, δόστρωση, συμπίεση και σφράγιση οπασμάτων, ΓΤ κατωκοιάς, από σφράγιση κατηγορίας C 8/10 (σπίρωση εδράνων, τήραση, σχέτων κλπ)	3 days	Tue 23/4/19	Fri 26/4/19



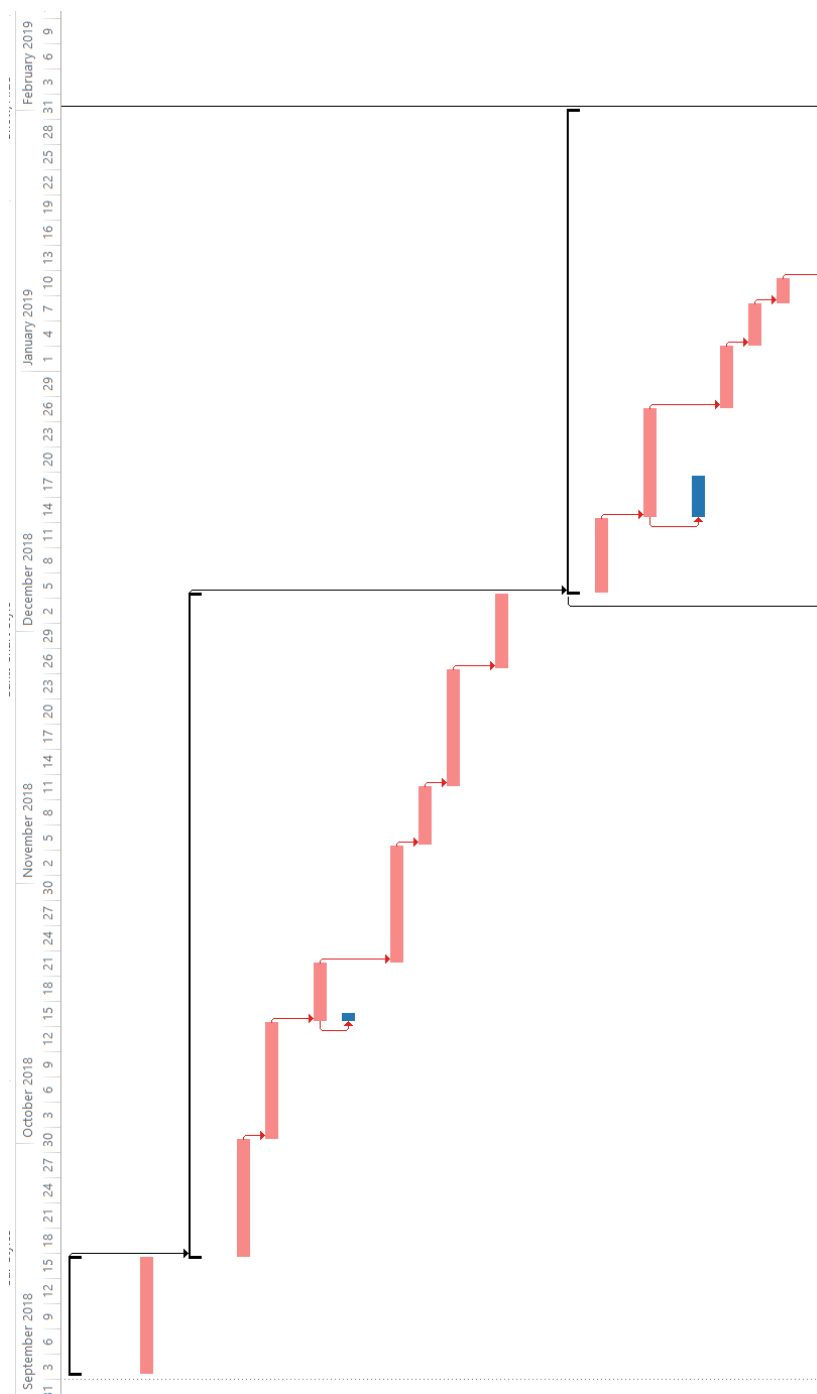
Σχήμα 18: Λίστα δραστηριοτήτων με διάρκεια, χρόνους έναρξης και πέρατος και σχέση αλληλουχία και διάγραμμα Gant

Με βάση το χρονοδιάγραμμα του έργου το Microsoft Office Project υπολογίζει τα χρονικά στοιχεία των δραστηριοτήτων δηλαδή την ενωρίτερη έναρξη(early start), το ενωρίτερο πέρας (early finish), τη βραδύτερη έναρξη (late start), το βραδύτερο πέρας (late finish), το ολικό χρονικό περιθώριο (total slack) και το ελεύθερο χρονικό περιθώριο (free slack). Ο χειριστής του προγράμματος μπορεί να εμφανίσει όποια από τα στοιχεία αυτά επιθυμεί εισάγοντας τις αντίστοιχες στήλες

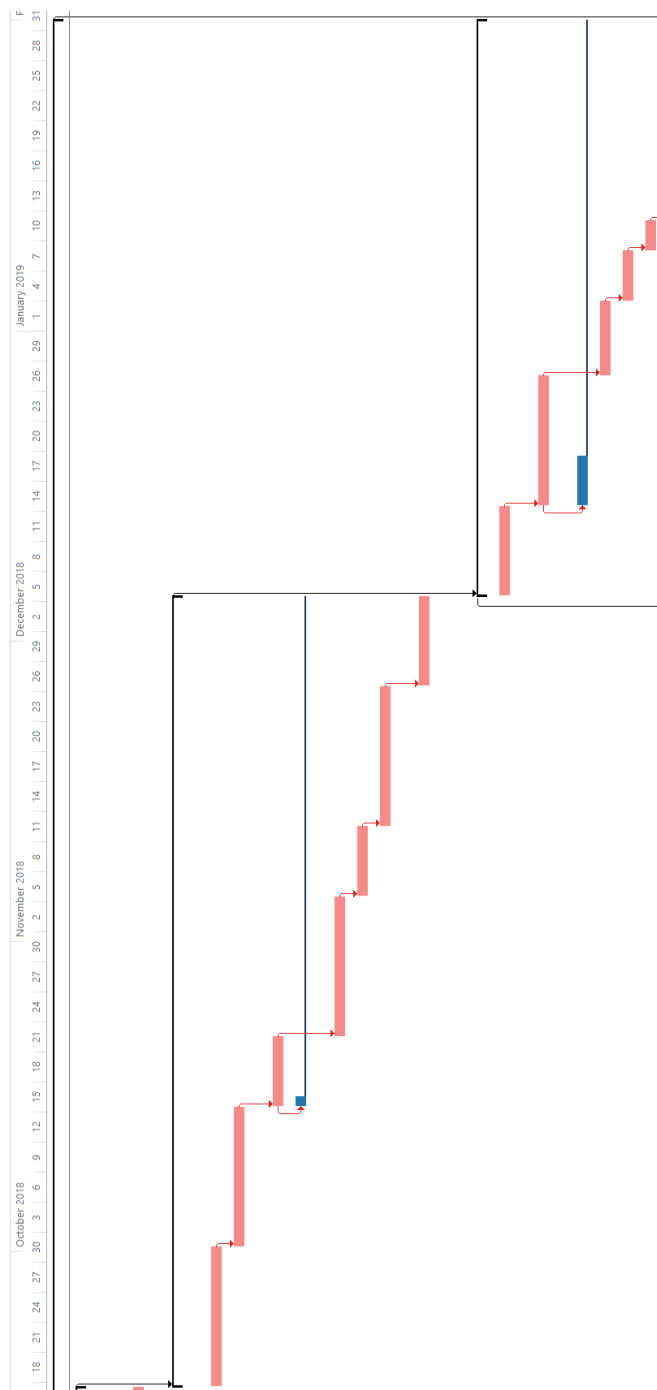
Task Name	Duration	Start	Finish	Constraint Type	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Free Slack
1 ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ	104 days	Mon 3/9/18	Thu 31/1/19	As Soon As Possib	Mon 3/9/18	Thu 31/1/19	Mon 3/9/18	Thu 31/1/19	0 days	0 days
1.1 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΙΑΣΠΑΡΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΑΔΑ	10 days	Mon 3/9/18	Mon 17/9/18	As Soon As Possible	Mon 3/9/18	Mon 17/9/18	Mon 3/9/18	Mon 17/9/18	0 days	0 days
1.1.1 Συλλογή και φορτοεκφόρτωση προϊόντων εκσκαφών ή απορριμμάτων με μηχανικά μέσα	10 days	Mon 3/9/18	Mon 17/9/18	As Soon As Possible	Mon 3/9/18	Mon 17/9/18	Mon 3/9/18	Mon 17/9/18	0 days	0 days
1.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ	57 days	Mon 17/9/18	Wed 5/12/18	As Soon As Possible	Mon 17/9/18	Wed 5/12/18	Mon 17/9/18	Wed 5/12/18	0 days	0 days
1.2.1 Εκκαφή σε έδαφος γαώδες-ημβραχώδες	10 days	Mon 17/9/18	Mon 1/10/18	As Soon As Possible	Mon 17/9/18	Mon 1/10/18	Mon 17/9/18	Mon 1/10/18	0 days	0 days
1.2.2 Επχώσεις ορυγμάτων με προϊόντα εκσκαφών χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις συνένωσης	10 days	Mon 1/10/18	Mon 15/10/18	As Soon As Possible	Mon 1/10/18	Mon 15/10/18	Mon 1/10/18	Mon 15/10/18	0 days	0 days
1.2.3 Εξυφαντική στρώση με φυσικά αμμοχάλκα	5 days	Mon 15/10/18	Mon 22/10/18	As Soon As Possible	Mon 15/10/18	Mon 22/10/18	Mon 15/10/18	Mon 22/10/18	0 days	0 days
1.2.4 Δάνεια θραυστών επίλεκτων υλικών Κατηγορίας Ε4	1 day	Mon 15/10/18	Tue 16/10/18	As Soon As Possible	Mon 15/10/18	Tue 16/10/18	Tue 4/12/18	Wed 5/12/18	36 days	36 days
1.2.5 Κατασκευή συμπίεσμένου επιχώματος	10 days	Mon 22/10/18	Mon 5/11/18	As Soon As Possible	Mon 22/10/18	Mon 5/11/18	Mon 22/10/18	Mon 5/11/18	0 days	0 days
1.2.6 Αθωροπή κομποστρώσεων, αναβαθμών κ.λ.	5 days	Mon 5/11/18	Mon 12/11/18	As Soon As Possible	Mon 5/11/18	Mon 12/11/18	Mon 5/11/18	Mon 12/11/18	0 days	0 days
1.2.7 Κατασκευή φαντάν συρματοκυβίων με γαλβανισμένο συρματοπλέγμα διπλής πλέξης	10 days	Mon 12/11/18	Mon 26/11/18	As Soon As Possible	Mon 12/11/18	Mon 26/11/18	Mon 12/11/18	Mon 26/11/18	0 days	0 days
1.2.8 Πλήρωση φαντάν συρματοκυβίων με θραυστό υλικό λατομικής προέλευσης (περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	7 days	Mon 26/11/18	Wed 5/12/18	As Soon As Possible	Mon 26/11/18	Wed 5/12/18	Mon 26/11/18	Wed 5/12/18	0 days	0 days
1.3 ΕΡΓΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ	37 days	Wed 5/12/18	Thu 31/1/19	As Soon As Possib	Wed 5/12/18	Thu 31/1/19	Wed 5/12/18	Thu 31/1/19	0 days	0 days
1.3.1 Υπόβαση οδοστρώσις μεταβλητού πάχους (περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	7 days	Wed 5/12/18	Fri 14/12/18	As Soon As Possible	Wed 5/12/18	Fri 14/12/18	Wed 5/12/18	Fri 14/12/18	0 days	0 days
1.3.2 Βάση οδοστρώσις μεταβλητού πάχους (περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	7 days	Fri 14/12/18	Thu 27/12/18	As Soon As Possible	Fri 14/12/18	Thu 27/12/18	Fri 14/12/18	Thu 27/12/18	0 days	0 days
1.3.3 Ασπλο C12/15 (B10) ρειθρών, τάφρων	3 days	Fri 14/12/18	Wed 19/12/18	As Soon As Possible	Fri 14/12/18	Wed 19/12/18	Mon 28/1/19	Thu 31/1/19	27 days	27 days
1.3.4 Ασφαλτική προεπιλειψη	3 days	Thu 27/12/18	Thu 3/1/19	As Soon As Possible	Thu 27/12/18	Thu 3/1/19	Thu 27/12/18	Thu 3/1/19	0 days	0 days
1.3.5 Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	3 days	Thu 3/1/19	Tue 8/1/19	As Soon As Possible	Thu 3/1/19	Tue 8/1/19	Thu 3/1/19	Tue 8/1/19	0 days	0 days
1.3.6 Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους 0,05 m, (περιλαμβάνεται και η μεταφορά του υλικού)	3 days	Tue 8/1/19	Fri 11/1/19	As Soon As Possible	Tue 8/1/19	Fri 11/1/19	Tue 8/1/19	Fri 11/1/19	0 days	0 days

Σχήμα 19: Ενωρίτερη έναρξη, ενωρίτερο πέρας, βραδύτερη έναρξη, βραδύτερο πέρας, ολικό χρονικό περιθώριο και ελεύθερο χρονικό περιθώριο

Οι δραστηριότητες που έχουν μηδενική διακύμανση χρόνου αναγνωρίζονται ως κρίσιμες και μπορεί να εμφανιστούν με διαφορετικό χρώμα για καλύτερη εποπτεία. Τα χρονικά περιθώρια που χαρακτηρίζουν μια δραστηριότητα κρίσιμη μπορούν να αλλάξουν από το χειριστή του προγράμματος. Έτσι δραστηριότητες που έχουν μικρά περιθώρια και εύκολα μπορούν να μετατραπούν σε κρίσιμες εμφανίζονται ως κρίσιμες για να τους δοθεί η ανάλογη βαρύτητα



Σχήμα 20: Κρίσιμες δραστηριότητες του έργου (κόκκινο χρώμα) και ημερομηνίες αρχής και πέρατος δραστηριοτήτων.



Σχήμα 21: Ολικό χρονικό περιθώριο και διάγραμμα Gantt

4.4 Χρηματοροές έργου

Με τη βοήθεια του Microsoft Excel παρήχθησαν οι αναφορές χρηματοροών (βλ. Παράρτημα). Σε αυτή υπολογίζονται τα μηνιαία έξοδα κάθε δραστηριότητας θεωρώντας ότι το κόστος κατανέμεται ομοιόμορφα στη διάρκεια της. Τα επιμέρους κόστη αθροίζονται για να δώσουν τα έξοδα του μήνα. Υπολογίστηκαν επίσης τα αθροιστικά έξοδα μέχρι το τέλος του έργου.

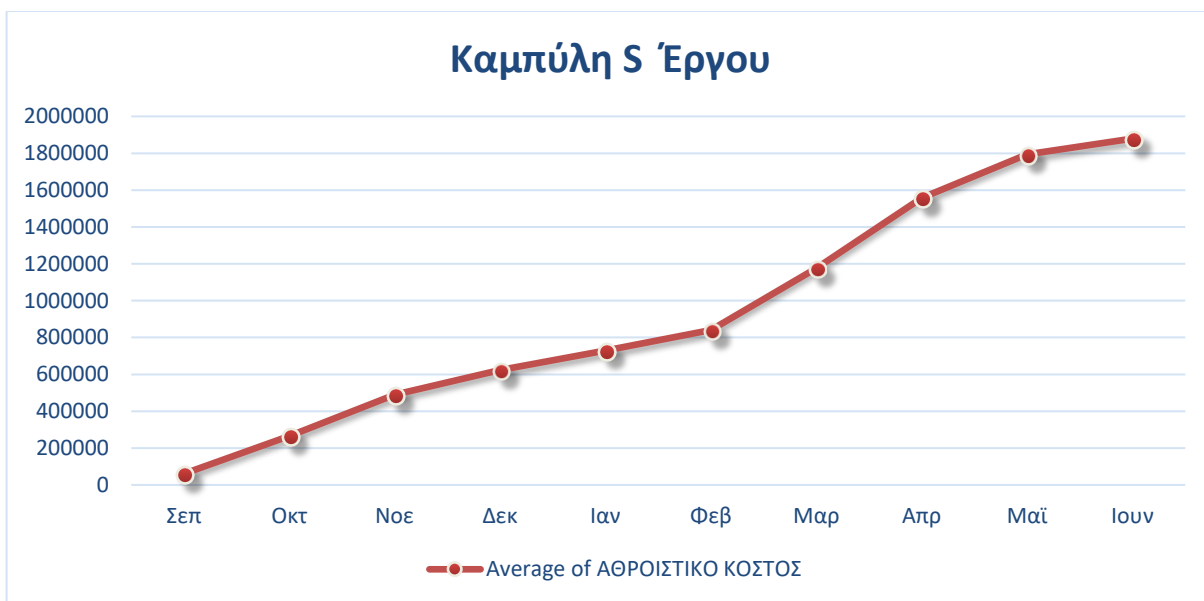
Μήνας	ΜΟ Αθροιστικού Κόστους (€)	ΜΟ Αθροιστικών Εσόδων (€)
Σεπτέμβριος 2018	60867	209540
Οκτώβριος 2018	266655	400858
Νοέμβριος 2018	490680	619094
Δεκέμβριος 2018	623852	838158
Ιανουάριος 2019	729558	1029477
Φεβρουάριος 2019	839967	1246760
Μάρτιος 2019	1175268	1456798
Απρίλιος 2019	1558524	1657267
Μάιος 2019	1794184	1867635
Ιούνιος 2019	1885856	1885856

Πίνακας 33:Χρηματοροές εξόδων - εσόδων έργου

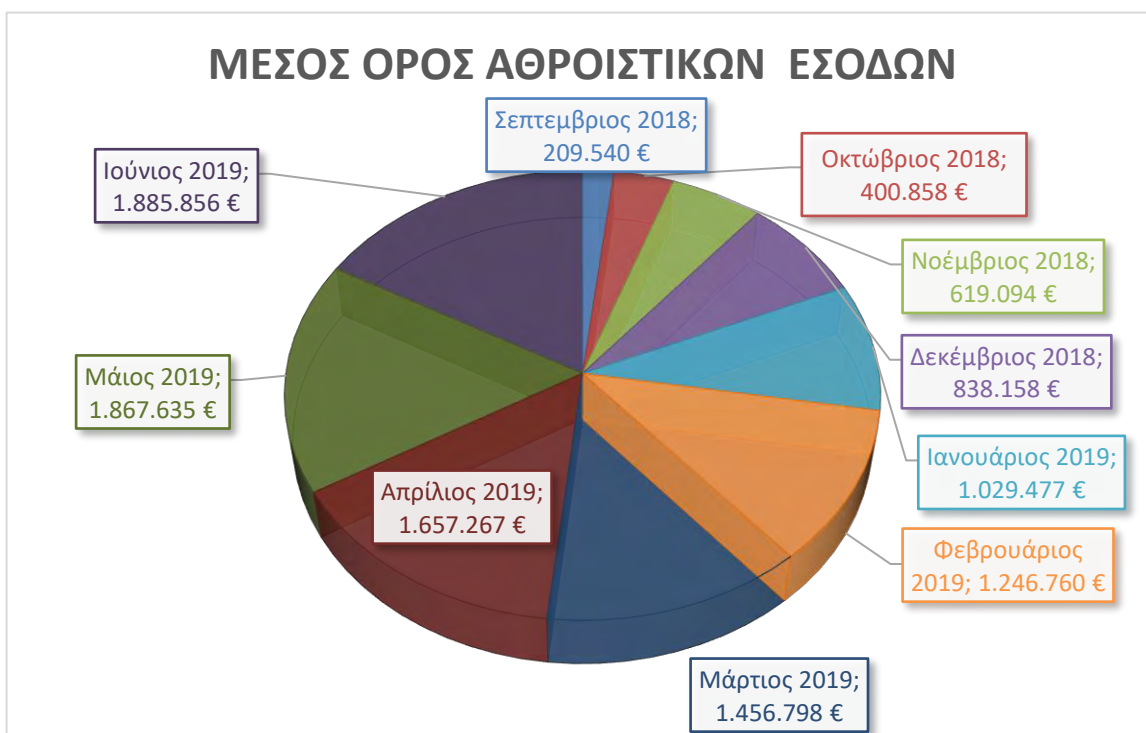
Τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να παρασταθούν και γραφικά. Στο σχήμα φαίνεται η καμπύλη εξόδων - εσόδων του έργου. Ο κατακόρυφος άξονας δείχνει το μηνιαίο κόστος σε ευρώ και ο οριζόντιος τον αντίστοιχο μήνα. Στα σχήματα αποτυπώνονται οι καμπύλες S του έργου, ο μέσος όρος των αθροιστικών εσόδων ανά μήνα και ο μέσος όρος κόστους ημέρας ανά μήνα αντίστοιχα αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι τα έσοδα του έργου υπολογίστηκαν και ισομοιράστηκαν σε 9 μήνες όσο δηλαδή είναι η διάρκεια όλου του έργου.



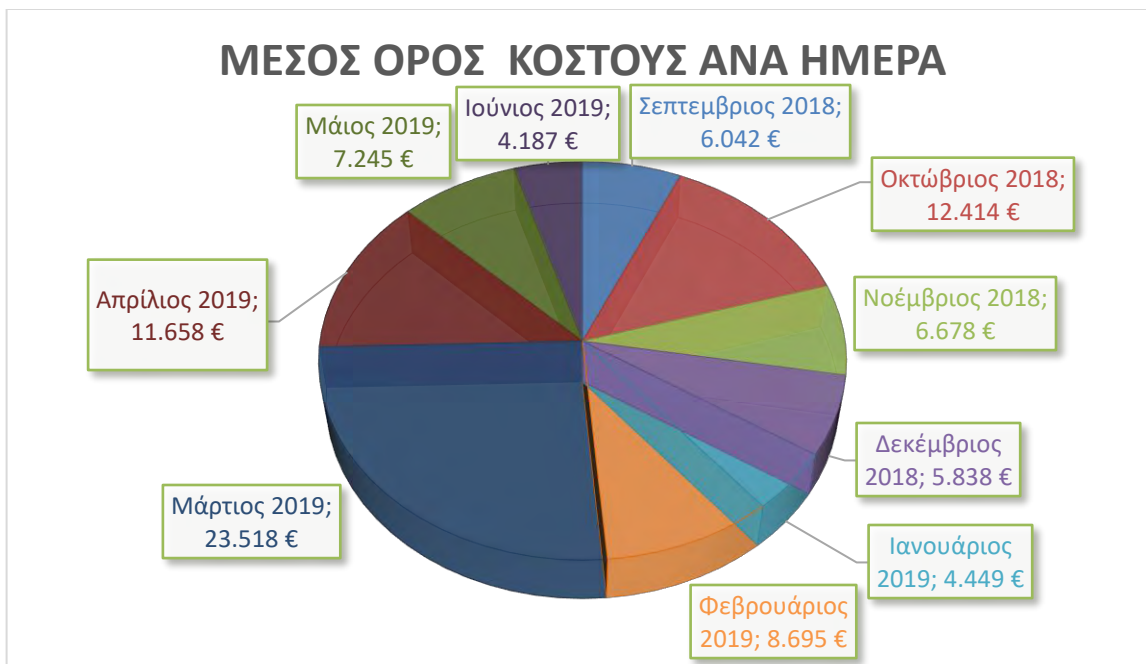
Σχήμα 22: Σύγκριση Καμπυλών Εσόδων – Εξόδων ανά μήνα



Σχήμα 23: Καμπύλη Σ Έργου ανά μήνα



Σχήμα 24: Μ.Ο. Αθροιστικών Εσόδων ανά μήνα



Σχήμα 25: Μ.Ο. Κόστους Ημέρας

Λεπτομερέστερη εικόνα της καμπύλης S του έργου παρέχεται στο παράρτημα όπου φαίνεται ανά ημέρα η σύγκριση των εσόδων και εξόδων του έργου.

4.5 Βραδύτερη δυνατή έναρξη (As Late As Possible ή ALAP)

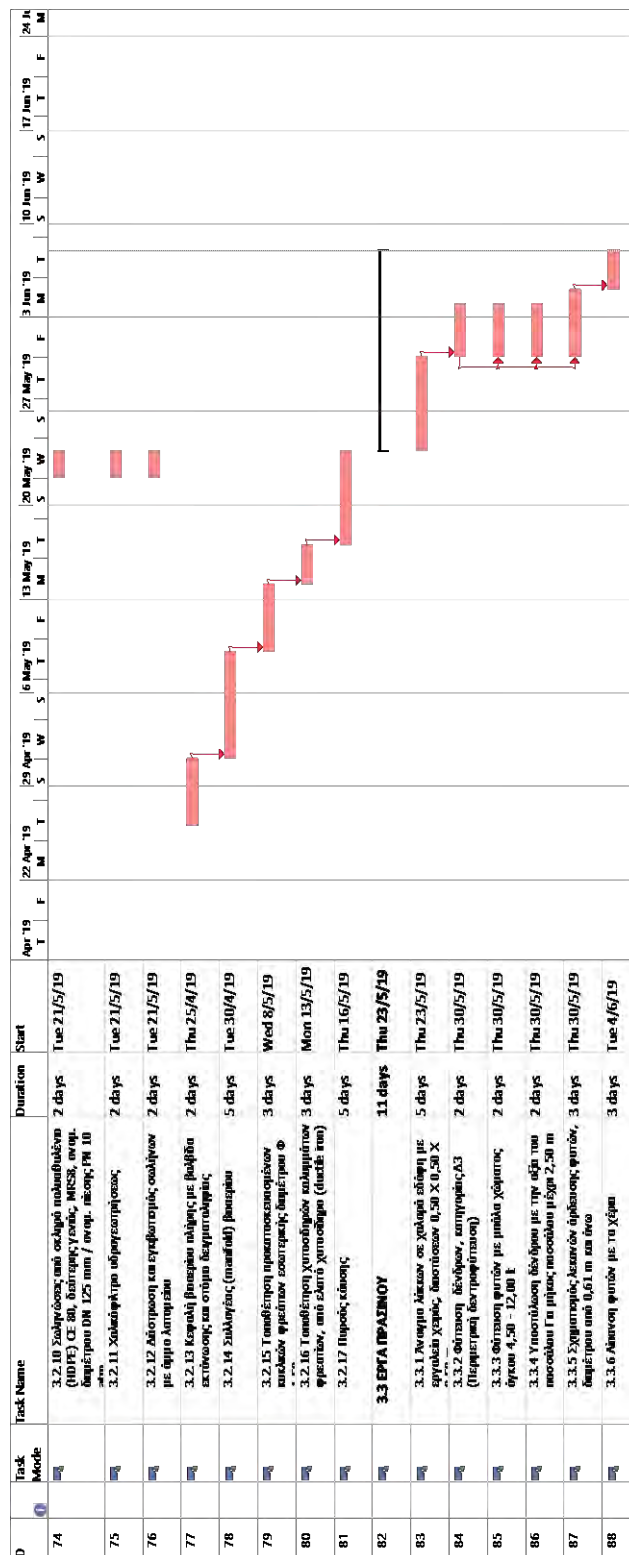
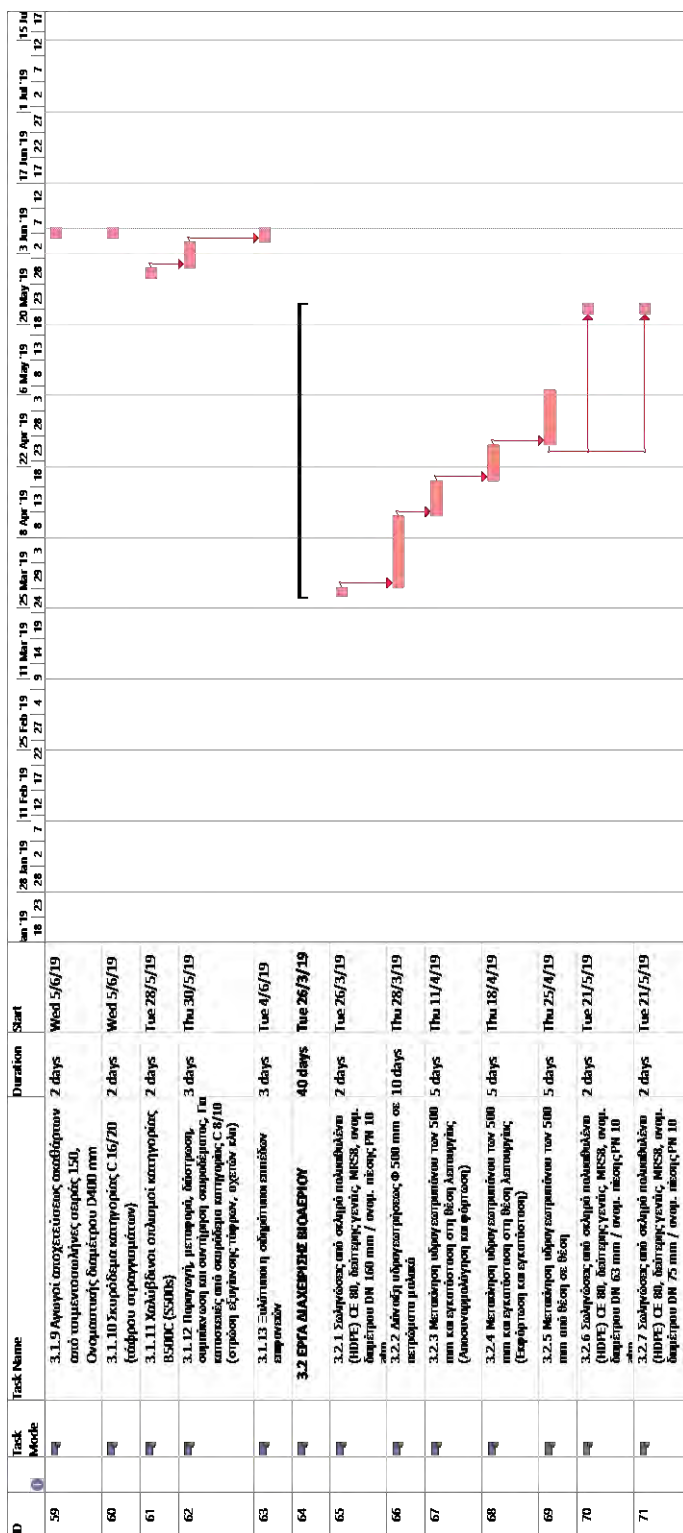
Η κάθε δραστηριότητα στον έως τώρα προγραμματισμό ξεκινά όσο πιο σύντομα της επιτρέπουν οι σχέσεις αλληλουχίας που έχει με τις άλλες δραστηριότητες. Ο χρονικός προγραμματισμός ενός έργου όμως μπορεί να γίνει κατά τέτοιο τρόπο ώστε όλες οι δραστηριότητες να εκτελούνται όσο πιο αργά γίνεται χωρίς θα καθυστερεί το τέλος του έργου (As late as possible ή ALAP). Ο λόγος για να γίνει κάτι τέτοιο μπορεί να είναι η ανεπάρκεια πόρων στην αρχή του έργου όπως χρήματα, ανθρώπινο δυναμικό ή μηχανήματα. Οι πόροι αυτοί σε περιπτώσεις που ο ανάδοχος έχει αναλάβει περισσότερα έργα θα μπορούσαν να διατεθούν σε αυτά που έχουν το πιεστικότερο χρονοδιάγραμμα.

4.5.1 Χρονικός προγραμματισμός

Η συνολική διάρκεια του έργου παραμένει σταθερή. Όλες οι μη κρίσιμες δραστηριότητες καθυστερούν να εκκινήσουν κατά χρόνο όσο το ολικό χρονικό περιθώριο τους και μετατρέπονται σε κρίσιμες. Στο διάγραμμα Gantt (Σχήμα) εμφανίζονται δεξιότερα και με κόκκινο χρώμα

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	September 2018	October 2018	November 2018	December 2018
1		1. ΕΡΓΑ ΟΔΟΤΙΜΙΑΣ	104 days	Mon 3/9/18				
2		1.1 ΧΩΜΑΤΟΤΗΡΙΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΙΑΣΤΑΤΙΣΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΝΟΡΜΗ ΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΑΔΑ	10 days	Mon 3/9/18				
3		1.1.1 Σύνταξη και φαρμακοποίηση προτύπων 10 days	10 days	Mon 3/9/18				
4		1.1.2 Σύνταξη και φαρμακοποίηση προτύπων 10 days	10 days	Mon 3/9/18				
5		1.2. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	57 days	Mon 3/9/18				
6		1.2.1 Εγκατάσταση σε εδάφος γεωδαιτηφωφώδους 10 days	10 days	Mon 3/9/18				
7		1.2.2 Εγκατάσταση ορυμάτων με πρόβλεψη 10 days	10 days	Mon 3/9/18				
8		1.2.3 Εξήγηση της οργάνωσης με φασαί 5 days	5 days	Mon 3/9/18				
9		1.2.4 Αδυναμία θραυστών επιδερμικών υλικών 1 day	1 day	Tue 4/12/18				
10		1.2.5 Κατασκευή ορυμάτων 10 days	10 days	Mon 22/10/18				
11		1.2.6 Απορρίπτη κατασκευών, ανεβάρδων κ.λ. 5 days	5 days	Mon 5/11/18				
12		1.2.7 Κατασκευή φωνών ορυμάτων 10 days	10 days	Mon 5/11/18				
13		1.2.8 Πύληση ορυμάτων ορυμάτων με 7 days	7 days	Mon 12/11/18				
14		1.3 ΕΡΓΑ ΕΞΟΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΤΙΜΙΑΣ	37 days	Wed 5/12/18				
15		1.3.1 Υπόθεση οδοτμήσης μετρήσιμης 7 days	7 days	Wed 5/12/18				
16		1.3.2 Βάση οδοτμήσης μετρήσιμης 7 days	7 days	Fri 14/12/18				
17		1.3.3 Άσφαλτος C12/15 (810) ρεβέρων, 3 days	3 days	Mon 28/1/19				
18		1.3.4 Άσφαλτος ορυμάτων 3 days	3 days	Thu 27/12/18				
19		1.3.5 Άσφαλτος ορυμάτων 3 days	3 days	Tue 8/1/19				

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	7 Jan '19	14 Jan '19	21 Jan '19	28 Jan '19	4 Feb '19	11 Feb '19	18 Feb '19	25 Feb '19	4 Mar '19	11 Mar '19
19		1.3.6 Άσφαλτος ορυμάτων μετρήσιμης 3 days	3 days	Tue 8/1/19										
20		1.3.7 Εγκατάσταση σε εδάφος γεωδαιτηφωφώδους 7 days	7 days	Fri 11/1/19										
21		1.3.8 Κατασκευή ορυμάτων 7 days	7 days	Tue 22/1/19										
22		1.4 ΠΥΛΗ ΕΚΔΟΣΗΣ - ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΥΛΗΣ	7 days	Tue 22/1/19										
23		1.4.1 Εγκατάσταση ορυμάτων με 7 days	7 days	Tue 22/1/19										
24		1.4.2 Προμήθεια, μεταφορά, 5 days	5 days	Tue 22/1/19										
25		1.4.3 Τελική οδοτμήση μετρήσιμης 3 days	3 days	Tue 22/1/19										
26		1.4.4 Τελική οδοτμήση μετρήσιμης 3 days	3 days	Fri 25/1/19										
27		1.4.5 Εγκατάσταση οδοτμήσης 1 day	1 day	Wed 30/1/19										
28		2 ΕΡΓΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ	36 days	Thu 31/1/19										
29		2.1 ΕΡΓΑ ΜΑΔΕΥΣΗΣ ΟΜΟΙΟΤΗΤΑΣ	24 days	Thu 31/1/19										
30		2.1.1 Εγκατάσταση οδοτμήσης με 7 days	7 days	Thu 31/1/19										
31		2.1.2 Πύληση οδοτμήσης με 7 days	7 days	Mon 11/2/19										
32		2.1.3 Εγκατάσταση οδοτμήσης με 2 days	2 days	Wed 20/2/19										
33		2.1.4 Εγκατάσταση οδοτμήσης με 7 days	7 days	Fri 22/2/19										



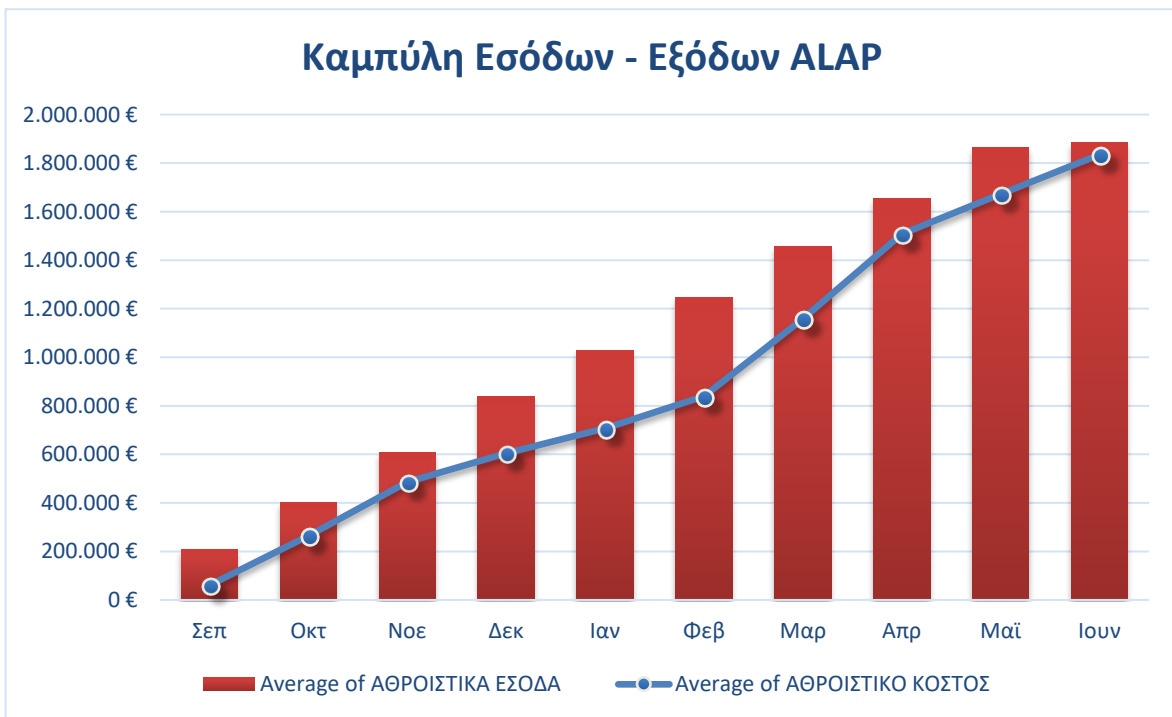
Σχήμα 26: Διάγραμμα Gantt με βραδύτερη δυνατή έναρξη

4.5.2 Οικονομικός προγραμματισμός

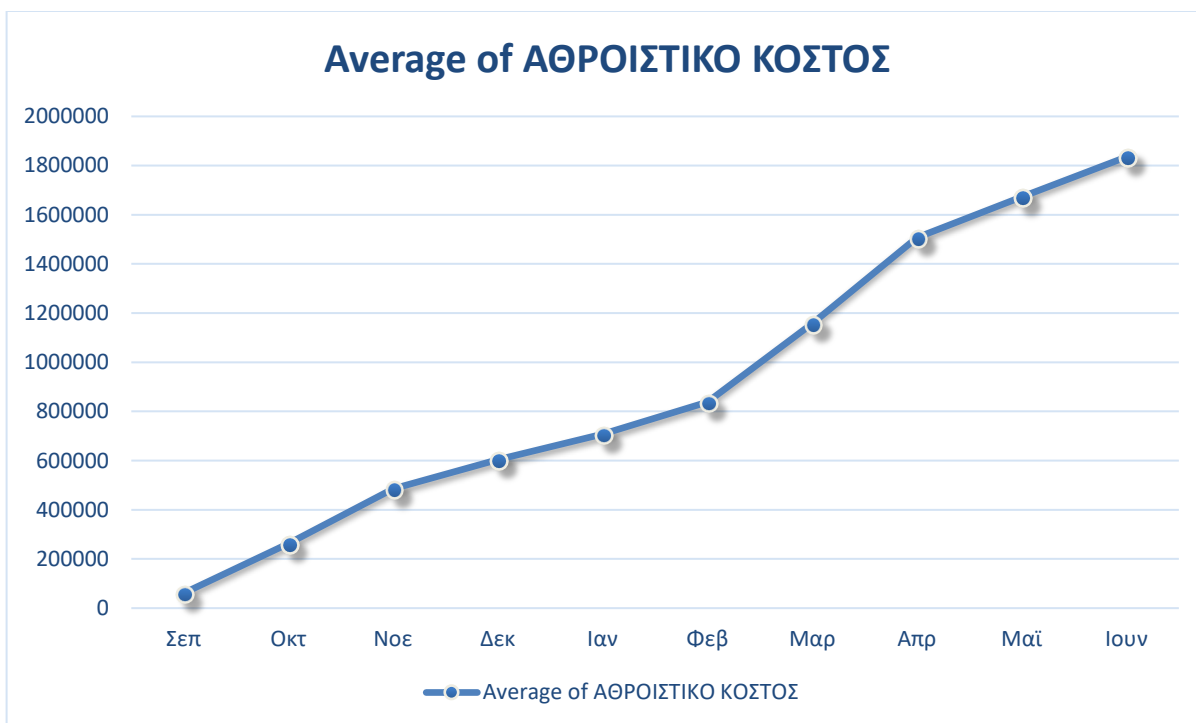
Με τη μεθοδολογία της παραγράφου 7.4 παρήχθησαν οι αναφορές των μηνιαίων εξόδων και εσόδων (βλ. Παράρτημα II) και σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα γραφήματα.

Μήνας	ΜΟ Αθροιστικού Κόστους (€)	ΜΟ Αθροιστικών Εσόδων (€)
Σεπτέμβριος 2018	60867	209286
Οκτώβριος 2018	263579	400374
Νοέμβριος 2018	485239	608832
Δεκέμβριος 2018	604024	837145
Ιανουάριος 2019	707968	1028232
Φεβρουάριος 2019	838887	1245253
Μάρτιος 2019	1157710	1455037
Απρίλιος 2019	1507894	1655263
Μάιος 2019	1672569	1865377
Ιούνιος 2019	1885856	1885856

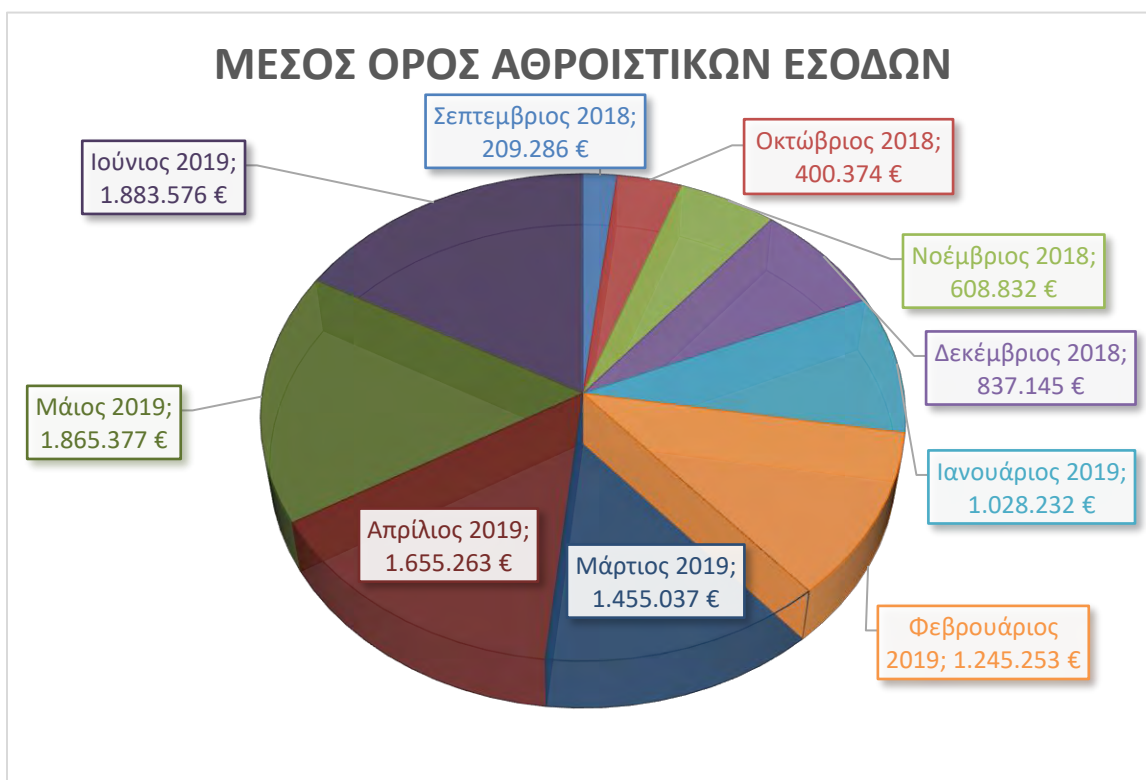
Πίνακας 34: Χρηματοροές εξόδων - εσόδων έργου ALAP



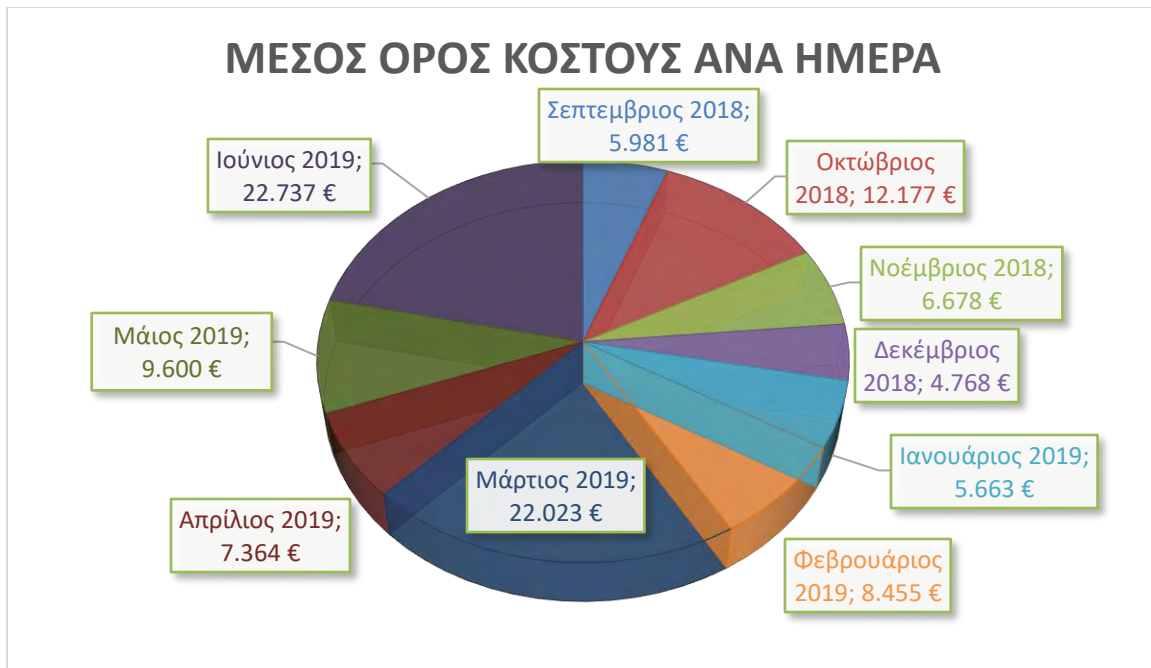
Σχήμα 27: Σύγκριση Καμπυλών Εσόδων – Εξόδων ανά μήνα ALAP



Σχήμα 28: Καμπύλη Σ Έργου ανά μήνα ALAP



Σχήμα 29: Μ.Ο. Αθροιστικών Εσόδων ανά μήνα ALAP



Σχήμα 30: Μ.Ο. Κόστους Ημέρας ALAP

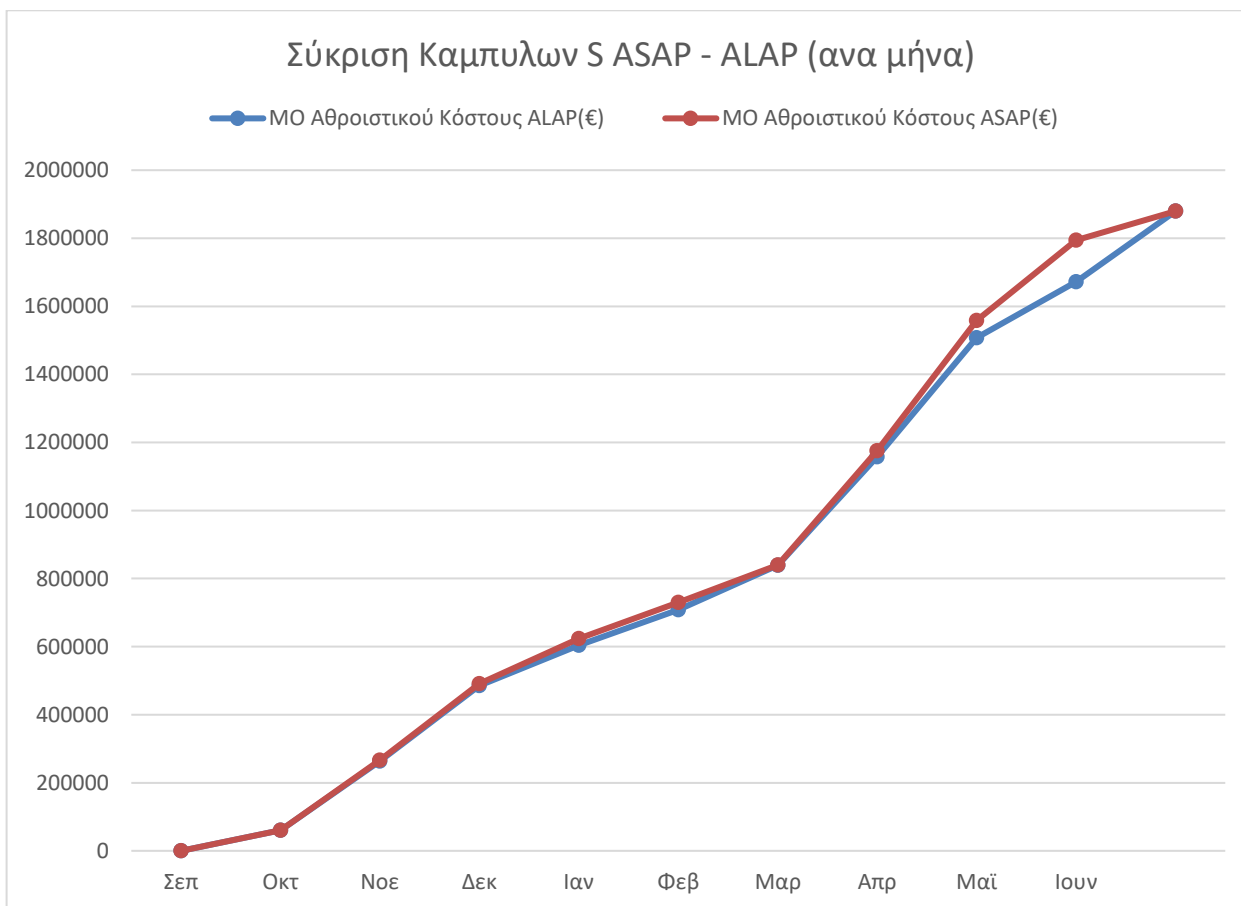
4.5.3 Σύγκριση ενωρίτερης (ASAP) και βραδύτερης (ALAP) δυνατής έναρξης

Ο προγραμματισμός με βραδύτερη δυνατή έναρξη των δραστηριοτήτων μπορεί ενίοτε να εξυπηρετεί στην οικονομική διαχείριση και θεωρητικά δεν επηρεάζει το τελικό κόστος. Καθιστά όμως όλες τις δραστηριότητες κρίσιμες. Υπέρβαση του προγραμματισμένου χρόνου οποιοσδήποτε δραστηριότητας λόγω απρόοπτου ή λάθους υπολογισμού οδηγεί σε υπέρβαση του ολικού χρόνου του έργου. Αυξάνεται έτσι η πιθανότητα κάποιο αβέβαιο γεγονός ή συνθήκη να έχουν επίδραση στο έργο, δηλαδή εισάγονται νέοι κίνδυνοι κατά το σχεδιάσμό.

Με τη βραδύτερη δυνατή έναρξη των δραστηριοτήτων η καμπύλη S του έργου μετατοπίζεται αρχικά δεξιότερα καθώς η εκτέλεση των μη κρίσιμων δραστηριοτήτων καθυστερεί όσο αυτό δεν επηρεάζει τον τελικό χρόνο. Στο τέλος όμως γίνεται πιο απότομη γιατί το μηνιαίο κόστος είναι αυξημένο κατά το κόστος δραστηριοτήτων που μπορούσαν να γίνουν προηγουμένως.

Μήνας	ΜΟ Αθροιστικού Κόστους ALAP(€)	ΜΟ Αθροιστικού Κόστους ASAP(€)
Σεπτέμβριος 2018	60867	60867
Οκτώβριος 2018	263579	266655
Νοέμβριος 2018	485239	490680
Δεκέμβριος 2018	604024	623852
Ιανουάριος 2019	707968	729558
Φεβρουάριος 2019	838887	839967
Μάρτιος 2019	1157710	1175268
Απρίλιος 2019	1507894	1558524
Μάιος 2019	1672569	1794184
Ιούνιος 2019	1879594	1879594

Πίνακας 35: Μηνιαία έξοδα για ενωρίτερη και βραδύτερη έναρξη



Σχήμα 31: Καμπύλη S για ενωρίτερη (κόκκινη) και βραδύτερη (μπλε) έναρξη

4.6 Επίδραση καθυστερήσεων στο έργο

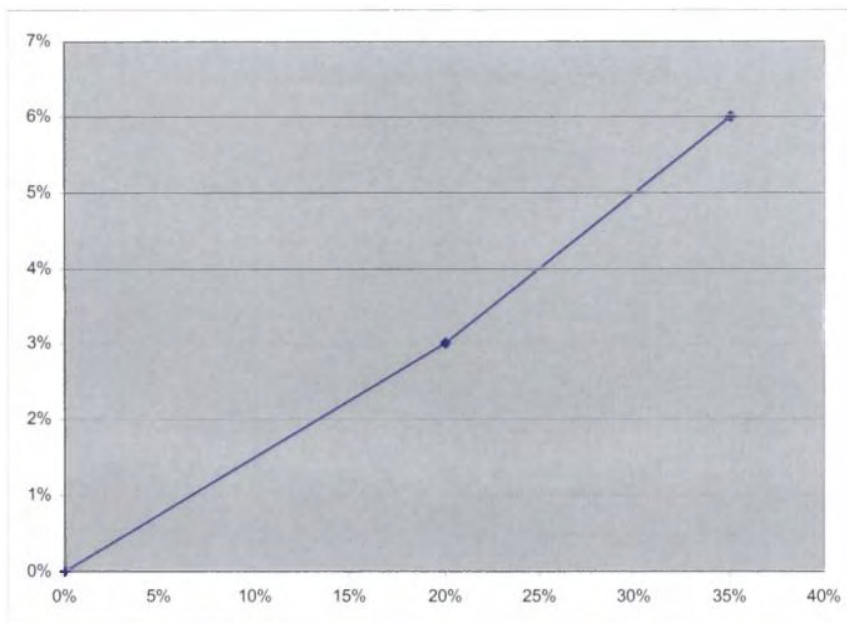
Στόχος είναι να εξεταστεί η επίδραση τυχούσας καθυστέρησης στην έναρξη ή στη διάρκεια κάποιας δραστηριότητας, στο τελικό κόστος και στον τελικό χρόνο του έργου. Στο χρονοδιάγραμμα που έχει ήδη κατασκευαστεί εισάγονται οι καθυστερήσεις και βάσει των σχέσεων αλληλουχίας υπολογίζονται εκ νέου οι χρόνοι εκτέλεσης των δραστηριοτήτων. Το πρόσθετο κόστος αν υπάρχει ρήτρα από υπέρβαση της προβλεπόμενης από τη σύμβαση προθεσμίας υπολογίζεται όπως προβλέπει ο νόμος

4.6.1 Προβλεπόμενες ποινικές ρήτρες

Οι ποινικές ρήτρες υπέρ του κυρίου του έργου για παράβαση της προβλεπόμενης από τη σύμβαση προθεσμίας από τον ανάδοχο ορίζονται με το νόμο 3263/2004. Η μέση ημερήσια αξία είναι το πηλίκο του συνολικού χρηματικού ποσού της σύμβασης, μαζί με το ποσό των τυχόν συμπληρωματικών συμβάσεων και χωρίς την αναθεώρηση και το Φόρο Προστιθέμενης αξίας (Φ.Π.Α.), προς τη συνολική προθεσμία του έργου. Για κάθε ημέρα καθυστέρησης πέρα της προθεσμίας επιβάλλονται ρήτρες που υπολογίζονται ως ποσοστό της μέσης ημερήσιας αξίας.

Συγκεκριμένα:

- Για καθυστέρηση έως 20% επιπλέον της προθεσμίας ρήτρα 15% της μέσης ημερήσιας αξίας ανά ημέρα.
- Για καθυστέρηση από 20% έως 35% επιπλέον της προθεσμίας ρήτρα 20% της μέσης ημερήσιας αξίας ανά ημέρα.
- Η επιβαλλόμενη ρήτρα δε μπορεί να υπερβαίνει το 6% του συνολικού ποσού της σύμβασης.
- Οι παραπάνω χρόνοι μπορούν με σύμβαση να περιοριστούν ως το μισό με αύξηση της ημερήσιας ποινικής ρήτρας ώστε να διατηρηθεί το ανώτατο όριο.



Σχήμα 32 Ρήτρα (κάθετος άξονας) ανάλογα με το ποσοστό υπέρβασης της προθεσμίας (οριζόντιος άξονας)

Η ημερομηνία έναρξης του έργου ορίζεται από τη σύμβαση ως η 03/09/2018 και η ημερομηνία παράδοσης η 07/06/2019. Άρα η συνολική προθεσμία του έργου είναι 276 μέρες. Η υπέρβαση του χρόνου εκτέλεσης του έργου κατά 20% γίνεται μετά από 331 μέρες από την έναρξη του έργου (55 μέρες καθυστέρησης) στις 31/07/2019. Το επιπλέον 15% της καθυστέρησης που προβλέπει ο νόμος συμπληρώνεται μετά από 373 μέρες από την έναρξη του έργου (97 μέρες καθυστέρησης) στις 11/09/2019. Το συνολικό χρηματικό ποσό της σύμβασης, μαζί με το ποσό των τυχόν συμπληρωματικών συμβάσεων και χωρίς την αναθεώρηση και το Φόρο Προστιθέμενης αξίας (Φ.Π.Α.) είναι 1.455.808,95 €. Διαιρώντας με τη συνολική προθεσμία των 276 ημερών προκύπτει η μέση ημερήσια αξία (Μ.Η.Α.) ίση με 5.274,67 €. Το 15% της Μ.Η.Α. είναι 791,2 € και το 20% της 1054,934 €.

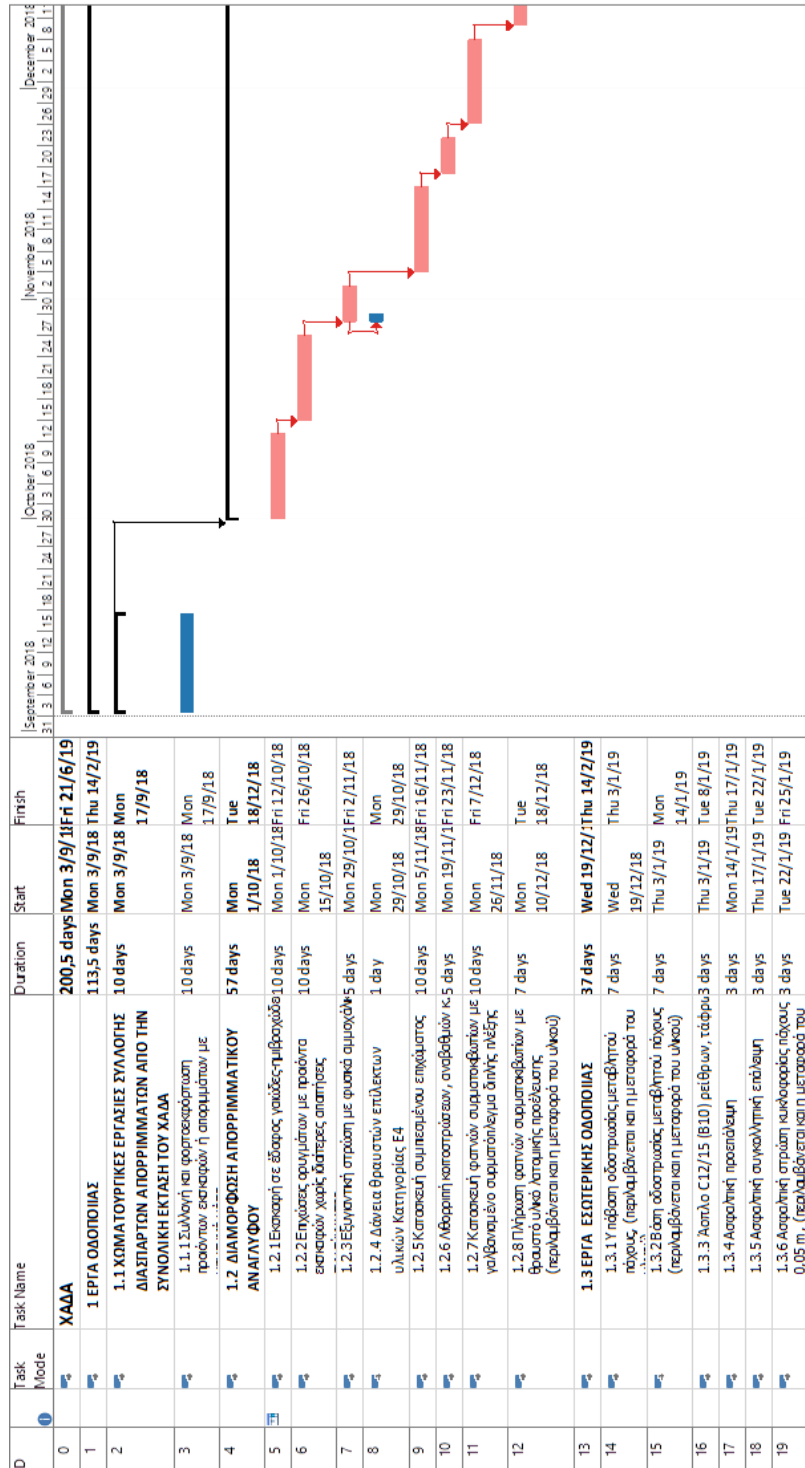
4.7 Περιπτώσεις καθυστερήσεων

4.7.1 Καθυστέρηση έναρξης εκσκαφής σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες (κρίσιμη)

Η σχέση αλληλουχίας που ορίζει την έναρξη της εκσκαφής σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες (δραστηριότητα 5) είναι σχέση Αρχής - Τέλους με τη συλλογή και φορτοεκφόρτωση προϊόντων εκσκαφών ή απορριμμάτων με μηχανικά μέσα (δραστηριότητα 3). Από αυτή τη σχέση η ημερομηνία έναρξης της δραστηριότητας είναι 17/09/2018. Στην περίπτωση της καθυστέρησης της έναρξης η πραγματική ημερομηνία έναρξης εισάγεται από το χειριστή του προγράμματος με την προσθήκη ενός επιπλέον περιορισμού. Σε αυτό το παράδειγμα ορίζεται ως νωρίτερη ημερομηνία έναρξης (Start no earlier than) η 01/10/2018 δηλαδή έχουμε 14 μέρες καθυστέρησης.

Τα αποτελέσματα αυτής της καθυστέρησης είναι:

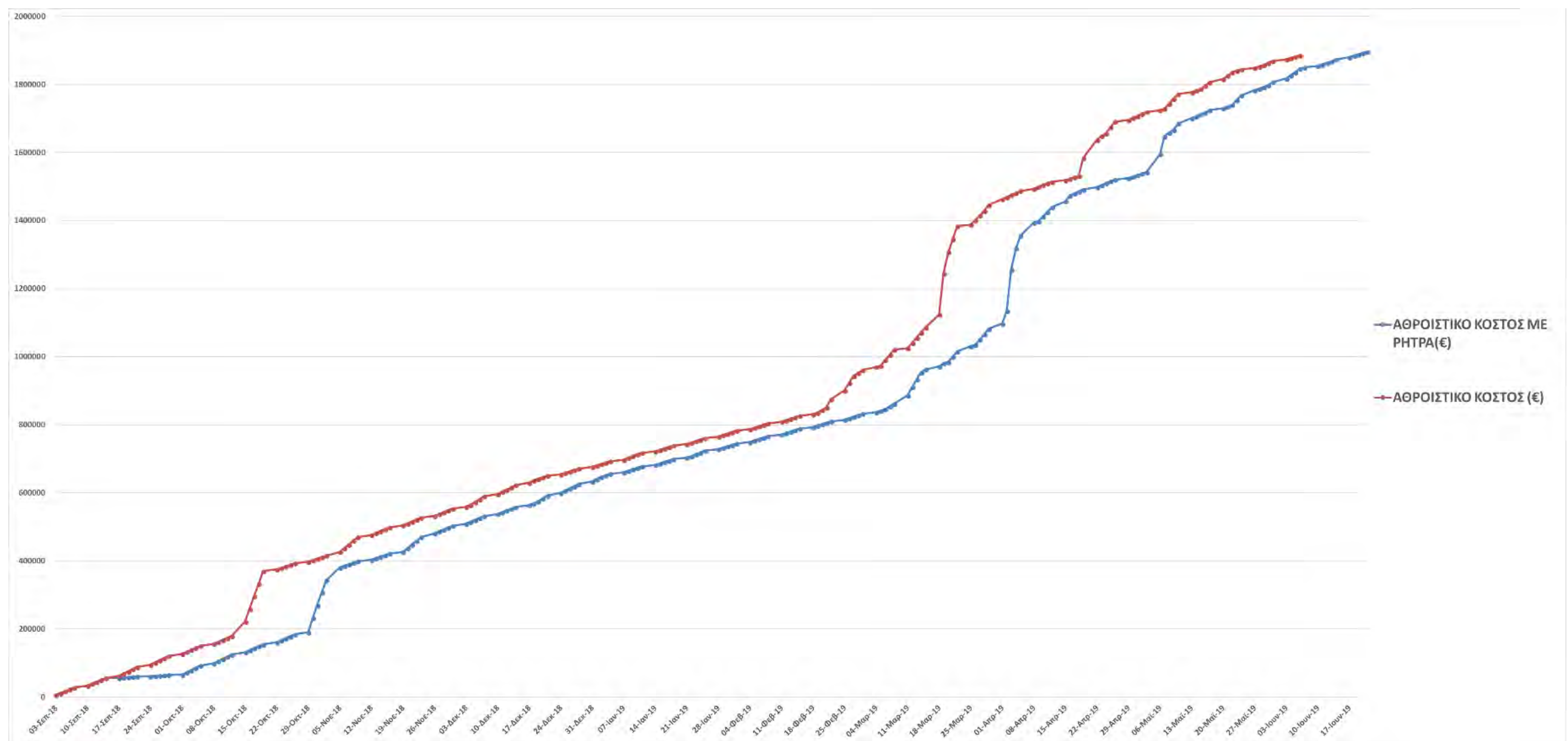
- Η δραστηριότητα είναι κρίσιμη άρα κάθε καθυστέρηση σε αυτή συνεπάγεται αντίστοιχη καθυστέρηση στο τέλος του έργου. Το έργο θα τελειώσει 14 μέρες μετά την προγραμματισμένη ημερομηνία.
- Η προθεσμία παράδοσης είναι 2 μέρες μετά την προγραμματισμένη ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου άρα θα υπάρχει ρήτρα για εκπρόθεσμη παράδοση κατά 12 μέρες η οποία προκύπτει $12 \times (15\% \text{ Μ.Η.Α.}) = 9.494,4 \text{ €}$.
- Η καμπύλη S του έργου μετατοπίζεται δεξιότερα και ανεβαίνει κατά το ποσό της ρήτρας. Η συλλογή και φορτοεκφόρτωση προϊόντων εκσκαφών ή απορριμμάτων με μηχανικά μέσα που είχε προγραμματιστεί να εκτελεστεί παράλληλα μετατρέπεται σε μη κρίσιμη. Το ολικό χρονικό περιθώριό της είναι 10 εργάσιμες μέρες που αντιστοιχούν σε 14 μέρες καθυστέρησης.



Σχήμα 33 Διάγραμμα Gantt μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 5

Μήνας	ΜΟ Αθροιστικού Κόστους Με Ρήτρα (€)
Σεπτέμβριος 2018	45447
Οκτώβριος 2018	139953
Νοέμβριος 2018	425362
Δεκέμβριος 2018	567568
Ιανουάριος 2019	690987
Φεβρουάριος 2019	786263
Μάρτιος 2019	949132
Απρίλιος 2019	1418879
Μάιος 2019	1700880
Ιούνιος 2019	1862180

Πίνακας 36 Χρηματορροές εξόδων μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 4



Σχήμα 34 Μετατόπιση καμπύλης S μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 4

4.7.2 Καθυστέρηση έναρξης πύλης εισόδου - περίφραξης γηπέδου (μη κρίσιμη)

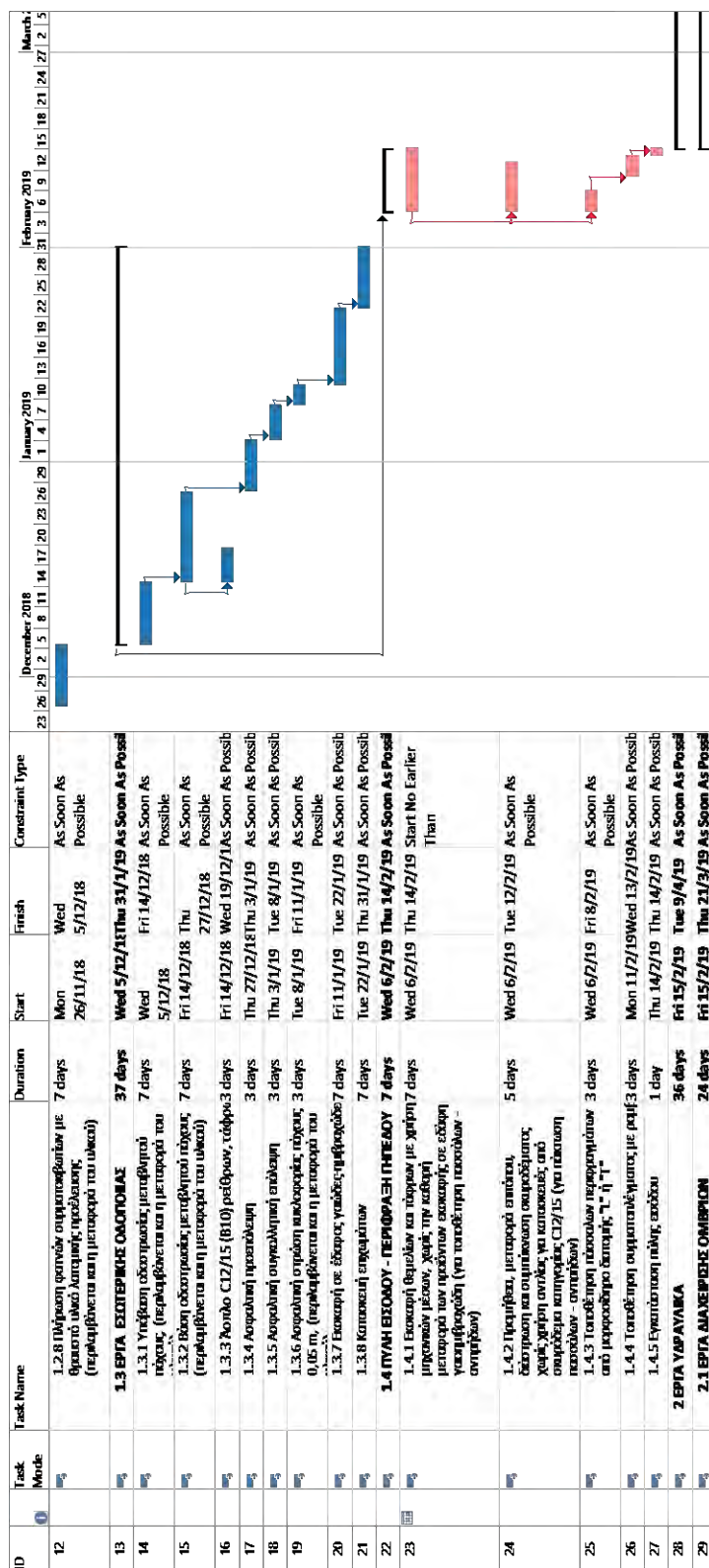
Η ημερομηνία έναρξης της πύλης εισόδου - περίφραξης γηπέδου (δραστηριότητα 22) είναι 05/12/2018. Ορίζεται ως ενωρίτερη ημερομηνία έναρξης (Start no earlier than) η 06/02/2018 δηλαδή έχουμε 37 μέρες καθυστέρηση έναρξης.

Τα αποτελέσματα αυτής της καθυστέρησης είναι:

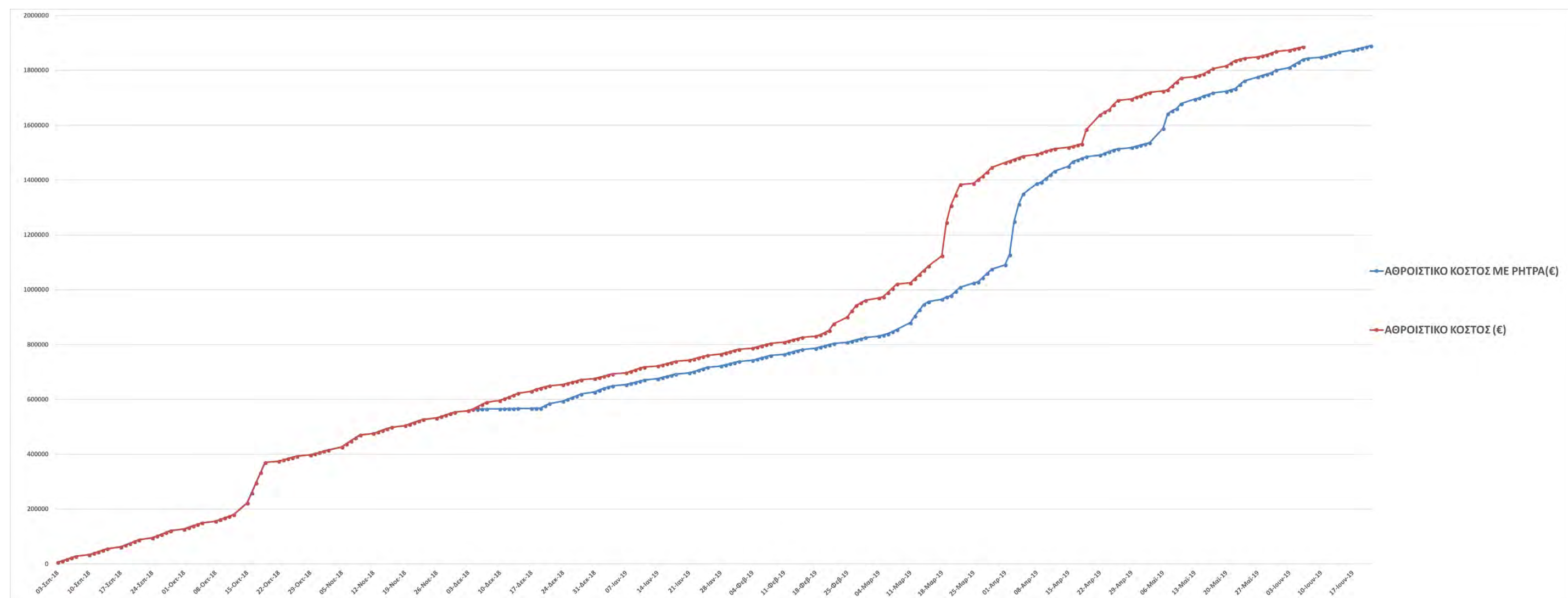
- Επειδή η καθυστέρηση είναι μεγαλύτερη από το ελεύθερο χρονικό περιθώριο (Free Slack) η δραστηριότητα μετατρέπεται σε κρίσιμη και καθυστερεί το πέρας του έργου 7 ημέρες.
- Θα υπάρχει ρήτρα για εκπρόθεσμη παράδοση του έργου κατά 5 ημέρες δηλαδή 3.956 €
- Η καμπύλη S του έργου μετατοπίζεται δεξιότερα και ανεβαίνει κατά το ποσό της ρήτρας.
- Όλες οι προηγούμενες δραστηριότητες από την 1 έως την 21 μετατρέπονται σε μη κρίσιμες αλλά επηρεάζονται και όλες οι δραστηριότητες της ομάδας της πύλης εισόδου - περίφραξης γηπέδου και μετατρέπονται σε κρίσιμες (δραστηριότητες 23 – 27).

Μήνας	ΜΟ Αθροιστικού Κόστους Με Ρήτρα (€)
Σεπτέμβριος 2018	60867
Οκτώβριος 2018	266655
Νοέμβριος 2018	490680
Δεκέμβριος 2018	579400
Ιανουάριος 2019	684499
Φεβρουάριος 2019	779775
Μάρτιος 2019	942644
Απρίλιος 2019	1412391
Μάιος 2019	1694392
Ιούνιος 2019	1855692

Πίνακας 37 Χρηματοροές εξόδων μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 22



Σχήμα 35 Διάγραμμα Gantt μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 22



Σχήμα 36 Μετατόπιση καμπύλης S μετά από καθυστέρηση στη δραστηριότητα 22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ύπαρξη αναλυτικού χρονοδιαγράμματος σε πρόγραμμα διαχείρισης έργων προσφέρει ευκολία ανάλυσης και διαχείρισης μεγάλου πλήθους στοιχείων χρόνου, πόρων και κόστους. Κατά την κατασκευή του έργου προσφέρει καλύτερη εποπτεία και αντίληψη για την εξέλιξή του.

- Ο σωστός και αναλυτικός χρονικός προγραμματισμός έχει μεγάλη σημασία καθώς δίνει τη δυνατότητα να προβλεφθούν οι χρόνοι εκτέλεσης των δραστηριοτήτων του έργου, τα έξοδα και τα έσοδα κατά την εκτέλεσή του, τα ελλείμματα και τα πλεονάσματα, οι πόροι που θα χρειαστούν για την εκτέλεση κάθε δραστηριότητας και τυχόν υπερβάσεις της προθεσμίας που έχουν ως αποτέλεσμα ποινικές ρήτρες.
- Τα περισσότερα έξοδα για την κατασκευή του έργου γίνονται στη μέση της κατασκευής. Στην αρχή και στο τέλος του έργου οι εργασίες έχουν χαμηλότερο κόστος.
- Με βραδύτερη δυνατή έναρξη των δραστηριοτήτων όλες οι δραστηριότητες καθίστανται κρίσιμες.
- Κάθε καθυστέρηση σε κρίσιμη δραστηριότητα έχει αντίστοιχη καθυστέρηση στο τέλος του έργου.
- Καθυστέρηση σε μη κρίσιμη δραστηριότητα πάνω από το ολικό χρονικό περιθώριο της αλλάζει την κρίσιμη διαδρομή.
- Καθυστέρηση στις κρίσιμες δραστηριότητες έχει μεγαλύτερη επίδραση στον ολικό χρόνο περάτωσης του έργου, άρα και επίδραση στο κόστος λόγω ποινικών ρητρών. Στις μη κρίσιμες η επίδραση είναι μικρότερη ή και καθόλου.
- Με τη βραδύτερη δυνατή έναρξη των δραστηριοτήτων η καμπύλη S του έργου μετατοπίζεται αρχικά δεξιότερα καθώς η εκτέλεση των μη κρίσιμων δραστηριοτήτων καθυστερεί όσο αυτό δεν επηρεάζει τον τελικό χρόνο. Στο τέλος όμως γίνεται πιο απότομη γιατί το μηνιαίο κόστος είναι αυξημένο κατά το κόστος δραστηριοτήτων που μπορούσαν να γίνουν προηγουμένως.
- Για κάθε καθυστέρηση η καμπύλη S μετατοπίζεται δεξιότερα και ανεβαίνει κατά το ποσό τυχούσας ρήτρας.
- Ο προγραμματισμός με βραδύτερη δυνατή έναρξη των δραστηριοτήτων μπορεί ενίοτε να εξυπηρετεί στην οικονομική διαχείριση και θεωρητικά δεν επηρεάζει το τελικό κόστος. Καθιστά όμως όλες τις δραστηριότητες κρίσιμες. Υπέρβαση του προγραμματισμένου χρόνου οποιασδήποτε δραστηριότητας λόγω απρόοπτου ή λάθος υπολογισμού οδηγεί σε υπέρβαση του ολικού χρόνου του έργου.
- Αν καθοριστούν σωστά οι σχέσεις αλληλουχίας των δραστηριοτήτων μπορεί να προβλεφθεί η επίδραση των καθυστερήσεων μέσω του προγράμματος διαχείρισης έργων. Τα αποτελέσματα αυτά πρέπει να ελέγχονται για την ορθότητά τους και δεν μπορούν να υποκαταστήσουν την κρίση του διαχειριστή του έργου.
- Όλες οι διεργασίες του έργου πρέπει να ελέγχονται συνεχώς από το διαχειριστή του που χρησιμοποιώντας την κρίση του θα διασφαλίζει την σωστότερη και αποδοτικότερη εκτέλεσή του έργου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γιώτης Απ. - Κανελλαΐδης Γ. – Μαλέρδος Γ. “Γεωμετρικός Σχεδιασμός των Οδών”, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 1990

Εφραιμίδης Χ. (1998), «Διαχείριση Κατασκευών», Αθήνα.

Εφραιμίδης Χ. (1988), «Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός Τεχνικών Έργων», Αθήνα

Ευφραιμίδης Χ. “Διαχείριση Κατασκευών”, Χάρης Ι. Ευφραιμίδης, β’ έκδοση, Αθήνα 2001

Εμίρης Δημήτριος : “Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων”, Παπασωτηρίου, α’ έκδοση, Αθήνα 2006, μετάφραση του: Project Management Institute, Inc. (PMI ®) : “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide - Third edition)”

Καλλιάνης Διονύσης: “Χρονικός προγραμματισμός έργων με χρήση προγραμμάτων Η/Υ”, Παραδόσεις μαθήματος Οργάνωση Εργοταξίων και Ασφάλεια Έργων 7ου Εξαμήνου Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ 2001-2002

Μουρατίδης Αναστάσιος: “Χωματουργικές Εργασίες και Τεχνικά Έργα Οδοποιίας”, Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη 1994

Παναγιωτακόπουλου Ν. (1984), «Εισαγωγή στην Ανάλυση και Σύθεση των Τεχνικών Έργων», Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη.

Παναγιωτακόπουλου Ν. (1984), «Προγραμματισμός των Κατασκευών Τεχνικών Έργων», Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη.

Πολύζος Σεραφείμ (2001), «Οργάνωση και Προγραμματισμός των Έργων», Βόλος.

Πολύζος Σεραφείμ: “Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων”, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2004

Τζίκα-Χατζοπούλου Αλίκη: “Κατασκευή Δημοσίων Έργων”, Παπασωτηρίου, δ' έκδοση, Αθήνα 1994

Τσολάκης Α. (1994), «Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Τεχνικών Έργων», Ε.Μ.Π Αθήνα.

Φωτιάδης Γ. (1991), «Διοίκηση και Οργάνωση Εργοταξίων», Θεσσαλονίκη.

Elaine Marmel : “How to Do Everything with Microsoft Office Project 2007”, McGraw Hill Osborne Media, 1st edition, 2006

Gower (Dennis Lock), « Διαχείριση Έργου», Εκδόσεις Έλλην, Αθήνα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας χρηματοοροών ανά μήνα ενωρίτερης έναρξης (ASAP)

Ημερομηνία	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ (€)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)	ΕΣΟΔΑ (€)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΕΣΟΔΑ (€)
03-Σεπ-18	5527	5527	211110	211110
04-Σεπ-18	5527	11054		211110
05-Σεπ-18	5527	16582		211110
06-Σεπ-18	5527	22109		211110
07-Σεπ-18	5527	27636		211110
10-Σεπ-18	5527	33163		211110
11-Σεπ-18	5527	38690		211110
12-Σεπ-18	5527	44218		211110
13-Σεπ-18	5527	49745		211110
14-Σεπ-18	5527	55272		211110
17-Σεπ-18	6557	61829		211110
18-Σεπ-18	6557	68386		211110
19-Σεπ-18	6557	74943		211110
20-Σεπ-18	6557	81500		211110
21-Σεπ-18	6557	88057		211110
24-Σεπ-18	6557	94613		211110
25-Σεπ-18	6557	101170		211110
26-Σεπ-18	6557	107727		211110
27-Σεπ-18	6557	114284		211110
28-Σεπ-18	6557	120841		211110
01-Οκτ-18	5838	126679		211110
02-Οκτ-18	5838	132517		211110
03-Οκτ-18	5838	138355	211110	422220
04-Οκτ-18	5838	144194		422220
05-Οκτ-18	5838	150032		422220
08-Οκτ-18	5838	155870		422220
09-Οκτ-18	5838	161708		422220
10-Οκτ-18	5838	167546		422220
11-Οκτ-18	5838	173384		422220
12-Οκτ-18	5838	179223		422220
15-Οκτ-18	42528	221750		422220
16-Οκτ-18	37087	258837		422220
17-Οκτ-18	37087	295923		422220

18-ΟΚΤ-18	37087	333010		422220
19-ΟΚΤ-18	37087	370096		422220
22-ΟΚΤ-18	4532	374629		422220
23-ΟΚΤ-18	4532	379161		422220
24-ΟΚΤ-18	4532	383693		422220
25-ΟΚΤ-18	4532	388226		422220
26-ΟΚΤ-18	4532	392758		422220
29-ΟΚΤ-18	4532	397291		422220
30-ΟΚΤ-18	4532	401823		422220
31-ΟΚΤ-18	4532	406355		422220
01-ΝΟΕ-18	4532	410888		422220
02-ΝΟΕ-18	4532	415420	211110	633330
05-ΝΟΕ-18	10956	426376		633330
06-ΝΟΕ-18	10956	437333		633330
07-ΝΟΕ-18	10956	448289		633330
08-ΝΟΕ-18	10956	459246		633330
09-ΝΟΕ-18	10956	470202		633330
12-ΝΟΕ-18	5666	475868		633330
13-ΝΟΕ-18	5666	481535		633330
14-ΝΟΕ-18	5666	487201		633330
15-ΝΟΕ-18	5666	492868		633330
16-ΝΟΕ-18	5666	498534		633330
19-ΝΟΕ-18	5666	504200		633330
20-ΝΟΕ-18	5666	509867		633330
21-ΝΟΕ-18	5666	515533		633330
22-ΝΟΕ-18	5666	521200		633330
23-ΝΟΕ-18	5666	526866		633330
26-ΝΟΕ-18	5281	532147		633330
27-ΝΟΕ-18	5281	537428		633330
28-ΝΟΕ-18	5281	542709		633330
29-ΝΟΕ-18	5281	547989		633330
30-ΝΟΕ-18	5281	553270		633330
03-ΔΕΚ-18	5281	558551	211110	844440
04-ΔΕΚ-18	5281	563832		844440
05-ΔΕΚ-18	8525	572357		844440
06-ΔΕΚ-18	8525	580883		844440
07-ΔΕΚ-18	8525	589408		844440
10-ΔΕΚ-18	6539	595947		844440
11-ΔΕΚ-18	6539	602485		844440
12-ΔΕΚ-18	5903	608388		844440
13-ΔΕΚ-18	7123	615511		844440
14-ΔΕΚ-18	6998	622509		844440

17-ΔΕΚ-18	6998	629508		844440
18-ΔΕΚ-18	6998	636506		844440
19-ΔΕΚ-18	4403	640910		844440
20-ΔΕΚ-18	4403	645313		844440
21-ΔΕΚ-18	4403	649717		844440
24-ΔΕΚ-18	4403	654120		844440
25-ΔΕΚ-18	4166	658287		844440
26-ΔΕΚ-18	4166	662453		844440
27-ΔΕΚ-18	4474	666927		844440
28-ΔΕΚ-18	4474	671402		844440
31-ΔΕΚ-18	4474	675876		844440
01-Ιαν-19	4166	680042		844440
02-Ιαν-19	4166	684209		844440
03-Ιαν-19	4259	688468	211110	1055551
04-Ιαν-19	4259	692726		1055551
07-Ιαν-19	4259	696985		1055551
08-Ιαν-19	5440	702425		1055551
09-Ιαν-19	5440	707866		1055551
10-Ιαν-19	5440	713306		1055551
11-Ιαν-19	4221	717527		1055551
14-Ιαν-19	4221	721749		1055551
15-Ιαν-19	4221	725970		1055551
16-Ιαν-19	4221	730191		1055551
17-Ιαν-19	4221	734413		1055551
18-Ιαν-19	4221	738634		1055551
21-Ιαν-19	4221	742856		1055551
22-Ιαν-19	4438	747294		1055551
23-Ιαν-19	4438	751732		1055551
24-Ιαν-19	4438	756170		1055551
25-Ιαν-19	4438	760607		1055551
28-Ιαν-19	4438	765045		1055551
29-Ιαν-19	4438	769483		1055551
30-Ιαν-19	4438	773921		1055551
31-Ιαν-19	4290	778212		1055551
01-Φεβ-19	4290	782502		1055551
04-Φεβ-19	4290	786792	211110	1266661
05-Φεβ-19	4290	791083		1266661
06-Φεβ-19	4290	795373		1266661
07-Φεβ-19	4290	799663		1266661
08-Φεβ-19	4290	803953		1266661
11-Φεβ-19	4464	808417		1266661
12-Φεβ-19	4464	812881		1266661

13-Φεβ-19	4464	817344		1266661
14-Φεβ-19	4464	821808		1266661
15-Φεβ-19	4464	826271		1266661
18-Φεβ-19	4464	830735		1266661
19-Φεβ-19	4464	835198		1266661
20-Φεβ-19	7890	843089		1266661
21-Φεβ-19	7890	850979		1266661
22-Φεβ-19	24599	875578		1266661
25-Φεβ-19	24599	900177		1266661
26-Φεβ-19	22200	922378		1266661
27-Φεβ-19	20625	943003		1266661
28-Φεβ-19	9112	952115		1266661
01-Μαρ-19	8958	961073		1266661
04-Μαρ-19	8711	969784	211110	1477771
05-Μαρ-19	4346	974130		1477771
06-Μαρ-19	15440	989570		1477771
07-Μαρ-19	15440	1005010		1477771
08-Μαρ-19	15440	1020450		1477771
11-Μαρ-19	4166	1024616		1477771
12-Μαρ-19	15440	1040056		1477771
13-Μαρ-19	15440	1055496		1477771
14-Μαρ-19	15440	1070936		1477771
15-Μαρ-19	15440	1086376		1477771
18-Μαρ-19	37284	1123660		1477771
19-Μαρ-19	121424	1245084		1477771
20-Μαρ-19	62239	1307323		1477771
21-Μαρ-19	38034	1345357		1477771
22-Μαρ-19	38034	1383391		1477771
25-Μαρ-19	4166	1387558		1477771
26-Μαρ-19	13589	1401146		1477771
27-Μαρ-19	13589	1414735		1477771
28-Μαρ-19	14145	1428880		1477771
29-Μαρ-19	17121	1446001		1477771
01-Απρ-19	17121	1463122		1477771
02-Απρ-19	6022	1469144		1477771
03-Απρ-19	6022	1475167	211110	1688881
04-Απρ-19	6022	1481189		1688881
05-Απρ-19	6022	1487212		1688881
08-Απρ-19	6022	1493234		1688881
09-Απρ-19	6022	1499256		1688881
10-Απρ-19	6022	1505279		1688881
11-Απρ-19	4450	1509729		1688881

12-Απρ-19	4426	1514155		1688881
15-Απρ-19	4426	1518581		1688881
16-Απρ-19	4426	1523006		1688881
17-Απρ-19	4426	1527432		1688881
18-Απρ-19	4506	1531938		1688881
19-Απρ-19	52689	1584627		1688881
22-Απρ-19	52689	1637316		1688881
23-Απρ-19	10881	1648197		1688881
24-Απρ-19	8081	1656279		1688881
25-Απρ-19	18098	1674377		1688881
26-Απρ-19	16443	1690820		1688881
29-Απρ-19	4166	1694987		1688881
30-Απρ-19	7486	1702473		1688881
01-Μαϊ-19	4166	1706640		1688881
02-Μαϊ-19	7486	1714126		1688881
03-Μαϊ-19	5406	1719532	211110	1899991
06-Μαϊ-19	4646	1724179		1899991
07-Μαϊ-19	4646	1728825		1899991
08-Μαϊ-19	14426	1743252		1899991
09-Μαϊ-19	14426	1757678		1899991
10-Μαϊ-19	14426	1772104		1899991
13-Μαϊ-19	4895	1776999		1899991
14-Μαϊ-19	4895	1781894		1899991
15-Μαϊ-19	4895	1786789		1899991
16-Μαϊ-19	9766	1796555		1899991
17-Μαϊ-19	9766	1806321		1899991
20-Μαϊ-19	9766	1816088		1899991
21-Μαϊ-19	9766	1825854		1899991
22-Μαϊ-19	9766	1835621		1899991
23-Μαϊ-19	4240	1839861		1899991
24-Μαϊ-19	4240	1844101		1899991
27-Μαϊ-19	4240	1848341		1899991
28-Μαϊ-19	4240	1852581		1899991
29-Μαϊ-19	4240	1856821		1899991
30-Μαϊ-19	6144	1862965		1899991
31-Μαϊ-19	6144	1869109		1899991
03-Ιουν-19	4224	1873333		1899991
04-Ιουν-19	4174	1877507		1899991
05-Ιουν-19	4174	1881681		1899991
06-Ιουν-19	4174	1885856		1899991

Πίνακας χρηματορροών ανά μήνα βραδύτερης έναρξης (ΑΛΑΡ)

Ημερομηνία	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ (€)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)	ΕΣΟΔΑ (€)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΕΣΟΔΑ (€)
03-Σεπ-18	4302	5527	211111	211111
04-Σεπ-18	5527	11054		211111
05-Σεπ-18	5527	16582		211111
06-Σεπ-18	5527	22109		211111
07-Σεπ-18	5527	27636		211111
10-Σεπ-18	5527	33163		211111
11-Σεπ-18	5527	38690		211111
12-Σεπ-18	5527	44218		211111
13-Σεπ-18	5527	49745		211111
14-Σεπ-18	5527	55272		211111
17-Σεπ-18	6557	61829		211111
18-Σεπ-18	6557	68386		211111
19-Σεπ-18	6557	74943		211111
20-Σεπ-18	6557	81500		211111
21-Σεπ-18	6557	88057		211111
24-Σεπ-18	6557	94613		211111
25-Σεπ-18	6557	101170		211111
26-Σεπ-18	6557	107727		211111
27-Σεπ-18	6557	114284		211111
28-Σεπ-18	6557	120841		211111
01-Οκτ-18	5838	126679		211111
02-Οκτ-18	5838	132517		211111
03-Οκτ-18	5838	138355	211111	211111
04-Οκτ-18	5838	144194		422222
05-Οκτ-18	5838	150032		422222
08-Οκτ-18	5838	155870		422222
09-Οκτ-18	5838	161708		422222
10-Οκτ-18	5838	167546		422222
11-Οκτ-18	5838	173384		422222
12-Οκτ-18	5838	179223		422222
15-Οκτ-18	37087	216309		422222
16-Οκτ-18	37087	253396		422222
17-Οκτ-18	37087	290482		422222
18-Οκτ-18	37087	327569		422222
19-Οκτ-18	37087	364655		422222
22-Οκτ-18	4532	369188		422222

23-Οκτ-18	4532	373720		422222
24-Οκτ-18	4532	378252		422222
25-Οκτ-18	4532	382785		422222
26-Οκτ-18	4532	387317		422222
29-Οκτ-18	4532	391849		422222
30-Οκτ-18	4532	396382		422222
31-Οκτ-18	4532	400914		422222
01-Νοε-18	4532	405447		422222
02-Νοε-18	4532	409979		422222
05-Νοε-18	10956	420935	211111	422222
06-Νοε-18	10956	431892		633333
07-Νοε-18	10956	442848		633333
08-Νοε-18	10956	453804		633333
09-Νοε-18	10956	464761		633333
12-Νοε-18	5666	470427		633333
13-Νοε-18	5666	476094		633333
14-Νοε-18	5666	481760		633333
15-Νοε-18	5666	487426		633333
16-Νοε-18	5666	493093		633333
19-Νοε-18	5666	498759		633333
20-Νοε-18	5666	504426		633333
21-Νοε-18	5666	510092		633333
22-Νοε-18	5666	515758		633333
23-Νοε-18	5666	521425		633333
26-Νοε-18	5281	526706		633333
27-Νοε-18	5281	531987		633333
28-Νοε-18	5281	537267		633333
29-Νοε-18	5281	542548		633333
30-Νοε-18	5281	547829		633333
03-Δεκ-18	5281	553110	211111	633333
04-Δεκ-18	10722	563832		844444
05-Δεκ-18	4594	568426		844444
06-Δεκ-18	4594	573020		844444
07-Δεκ-18	4594	577614		844444
10-Δεκ-18	4594	582208		844444
11-Δεκ-18	4594	586802		844444
12-Δεκ-18	4594	591396		844444
13-Δεκ-18	4594	595990		844444
14-Δεκ-18	4403	600393		844444
17-Δεκ-18	4403	604797		844444
18-Δεκ-18	4403	609200		844444
19-Δεκ-18	4403	613604		844444

20-ΔΕΚ-18	4403	618007		844444
21-ΔΕΚ-18	4403	622411		844444
24-ΔΕΚ-18	4403	626814		844444
25-ΔΕΚ-18	4166	630981		844444
26-ΔΕΚ-18	4166	635147		844444
27-ΔΕΚ-18	4166	639313		844444
28-ΔΕΚ-18	4166	643480		844444
31-ΔΕΚ-18	4474	647954		844444
01-Ιαν-19	4166	652121		844444
02-Ιαν-19	4474	656595		844444
03-Ιαν-19	4567	661162	211111	844444
04-Ιαν-19	4259	665420		1055556
07-Ιαν-19	4259	669679		1055556
08-Ιαν-19	5440	675119		1055556
09-Ιαν-19	5440	680560		1055556
10-Ιαν-19	5440	686000		1055556
11-Ιαν-19	4221	690221		1055556
14-Ιαν-19	4221	694443		1055556
15-Ιαν-19	4221	698664		1055556
16-Ιαν-19	4221	702885		1055556
17-Ιαν-19	4221	707107		1055556
18-Ιαν-19	4221	711328		1055556
21-Ιαν-19	4221	715550		1055556
22-Ιαν-19	8369	723919		1055556
23-Ιαν-19	8369	732288		1055556
24-Ιαν-19	8369	740658		1055556
25-Ιαν-19	6383	747040		1055556
28-Ιαν-19	8978	756018		1055556
29-Ιαν-19	8342	764360		1055556
30-Ιαν-19	9562	773921		1055556
31-Ιαν-19	4290	778212		1055556
01-Φεβ-19	4290	782502		1055556
04-Φεβ-19	4290	786792	211111	1055556
05-Φεβ-19	4290	791083		1266667
06-Φεβ-19	4290	795373		1266667
07-Φεβ-19	4290	799663		1266667
08-Φεβ-19	4290	803953		1266667
11-Φεβ-19	4464	808417		1266667
12-Φεβ-19	4464	812881		1266667
13-Φεβ-19	4464	817344		1266667
14-Φεβ-19	4464	821808		1266667
15-Φεβ-19	4464	826271		1266667

18-Φεβ-19	4464	830735		1266667
19-Φεβ-19	4464	835198		1266667
20-Φεβ-19	7890	843089		1266667
21-Φεβ-19	7890	850979		1266667
22-Φεβ-19	22200	873179		1266667
25-Φεβ-19	22200	895380		1266667
26-Φεβ-19	22200	917580		1266667
27-Φεβ-19	20625	938206		1266667
28-Φεβ-19	9112	947317		1266667
01-Μαρ-19	8711	956028		1266667
04-Μαρ-19	11109	967138	211111	1266667
05-Μαρ-19	6993	974130		1477778
06-Μαρ-19	15440	989570		1477778
07-Μαρ-19	15440	1005010		1477778
08-Μαρ-19	15440	1020450		1477778
11-Μαρ-19	4166	1024616		1477778
12-Μαρ-19	15440	1040056		1477778
13-Μαρ-19	15440	1055496		1477778
14-Μαρ-19	15440	1070936		1477778
15-Μαρ-19	15440	1086376		1477778
18-Μαρ-19	63351	1149727		1477778
19-Μαρ-19	29121	1178848		1477778
20-Μαρ-19	62239	1241088		1477778
21-Μαρ-19	37284	1278372		1477778
22-Μαρ-19	37284	1315656		1477778
25-Μαρ-19	38034	1353690		1477778
26-Μαρ-19	39150	1392839		1477778
27-Μαρ-19	5282	1398121		1477778
28-Μαρ-19	5838	1403960		1477778
29-Μαρ-19	5838	1409798		1477778
01-Απρ-19	5838	1415637		1477778
02-Απρ-19	5838	1421475		1477778
03-Απρ-19	14145	1435620	211111	1477778
04-Απρ-19	14145	1449765		1688889
05-Απρ-19	14145	1463910		1688889
08-Απρ-19	16368	1480279		1688889
09-Απρ-19	16368	1496647		1688889
10-Απρ-19	5838	1502485		1688889
11-Απρ-19	4266	1506752		1688889
12-Απρ-19	4266	1511018		1688889
15-Απρ-19	4266	1515285		1688889
16-Απρ-19	4266	1519551		1688889

17-Απρ-19	4266	1523817		1688889
18-Απρ-19	4346	1528164		1688889
19-Απρ-19	4346	1532510		1688889
22-Απρ-19	4346	1536857		1688889
23-Απρ-19	4346	1541203		1688889
24-Απρ-19	4346	1545549		1688889
25-Απρ-19	4166	1549716		1688889
26-Απρ-19	8726	1558442		1688889
29-Απρ-19	8726	1567169		1688889
30-Απρ-19	4646	1571815		1688889
01-Μαϊ-19	4166	1575981		1688889
02-Μαϊ-19	5406	1581388		1688889
03-Μαϊ-19	5406	1586794	211111	1688889
06-Μαϊ-19	4646	1591441		1900000
07-Μαϊ-19	4830	1596271		1900000
08-Μαϊ-19	14610	1610881		1900000
09-Μαϊ-19	14610	1625492		1900000
10-Μαϊ-19	14610	1640102		1900000
13-Μαϊ-19	5079	1645181		1900000
14-Μαϊ-19	5079	1650260		1900000
15-Μαϊ-19	5079	1655338		1900000
16-Μαϊ-19	9950	1665289		1900000
17-Μαϊ-19	9950	1675239		1900000
20-Μαϊ-19	9950	1685190		1900000
21-Μαϊ-19	14803	1699992		1900000
22-Μαϊ-19	14803	1714795		1900000
23-Μαϊ-19	4399	1719194		1900000
24-Μαϊ-19	4399	1723593		1900000
27-Μαϊ-19	4399	1727993		1900000
28-Μαϊ-19	22438	1750430		1900000
29-Μαϊ-19	22438	1772868		1900000
30-Μαϊ-19	9879	1782747		1900000
31-Μαϊ-19	9879	1792626		1900000
03-IouV-19	7959	1800585		1900000
04-IouV-19	9054	1809639		1900000
05-IouV-19	36968	1846607		1900000
06-IouV-19	36968	1883576		1900000